

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-145827

(43)Date of publication of application : 06.06.1997

(51)Int.Cl.

G01S 13/34

G01S 13/60

(21)Application number : 07-306279

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 24.11.1995

(72)Inventor : YAMADA YUKINORI

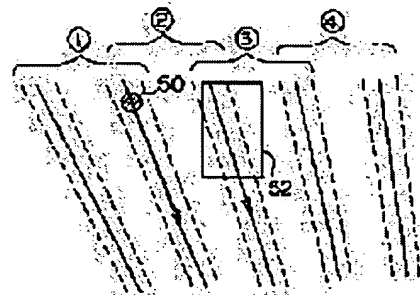
(54) FM-CW RADAR DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To simplify the processing of radar signals regarding an FM-CW radar device ideal as a device for accurately detecting a plurality of objects existing in front of a vehicle.

SOLUTION: An FM-CW radar for scanning a detection area in front of a vehicle is provided to scan in regular order from an area 1 to collect object data. Only a peak caused by an object 50 appears in the spectral analysis result of the area 1, and only a peak caused by an object 52 appears in the spectral analysis result of an area 3.

Peaks caused by the objects 50, 52 arise in the spectral analysis result of an area 2. As to a plurality of peaks included in the spectral analysis result of the area 2, the peaks already determined to be paired in the area 1 or 3 are combined first, and then remaining peaks are paired.



BEST AVAILABLE COPY

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

16.07.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than

the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3104599

[Date of registration] 01.09.2000

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-145827

(43) 公開日 平成9年(1997)6月6日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 1 S 13/34
13/60

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 1 S 13/34
13/60

技術表示箇所

D

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平7-306279

(22) 出願日 平成7年(1995)11月24日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 山田 幸則

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

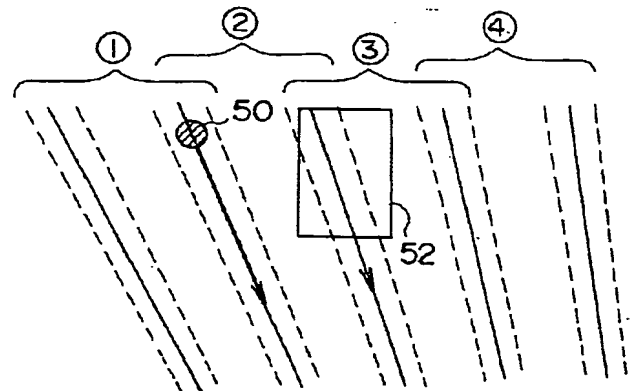
(74) 代理人 弁理士 伊東 忠彦

(54) 【発明の名称】 FM-CWレーダ装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は車両前方に存在する複数の対象物を精度良く検出する装置として好適なFM-CWレーダ装置に関し、レーダ信号の処理を簡単化することを目的とする。

【解決手段】 車両前方の検出領域を走査するFM-CWレーダを設ける。領域①から順に走査して対象物データを収集する。領域①のスペクトル解析結果には対象物50に起因するピークのみが表れる。領域③のスペクトル解析結果には対象物52に起因するピークのみが表れる。領域②のスペクトル解析結果には対象物50と52とに起因するピークが生ずる。領域②のスペクトル解析結果に含まれる複数のピークについては、先ず領域①又は領域③において既にペアリングが確定されているものを組み合わせ、次いで残存するピークをペアリングする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 送信波の周波数を所定の変化率で変調する周波数変調機構と、送信波に対する反射波と送信波とに基づいてビート信号を生成するビート信号生成機構と、ビート信号に含まれる各周波数成分のスペクトル強度を検出するスペクトル解析機構とを備え、前記送信波の周波数が上昇する過程で得られるビート信号についてのスペクトル解析結果と、前記送信波の周波数が下降する過程で得られるビート信号についてのスペクトル解析結果とを組み合わせ、前記送信波を反射する対象物までの距離、および該対象物の相対速度を検出する FM-CWレーダにおいて、

前記送信波に、所定の検出領域を走査させる走査手段と、

前記送信波の周波数が上昇する過程で得られるスペクトル解析結果に含まれるピークスペクトルと、前記送信波の周波数が下降する過程で得られるスペクトル解析結果に含まれるピークスペクトルとを、前記走査手段の走査角データに基づいてペアリングするスペクトルペアリング手段と、

を備えることを特徴とする FM-CWレーダ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、FM-CWレーダ装置に係り、特に、車両前方に存在する複数の対象物を精度良く検出する装置として好適な FM-CWレーダ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来より、FM-CWレーダ装置を用いて車載用レーダ装置を実現する技術が提案されている。例えば、特開平 7-49377 号によれば、対象物の検出機構として FM-CWレーダ装置を用いたステア型車載用レーダ装置が開示されている。上記のレーダ装置は、車両の走行状態等から自車線上を走行する先行車の位置を推定し、その角度に FM-CWレーダ装置のレーダアンテナをステアする機能を備えている。かかる構成によれば、カーブの走行中に先行車をロストする可能性を下げることができるため、車載用レーダ装置において、高い対象物認識精度を得ることができる。

【0003】 FM-CWレーダ装置においては、レーダアンテナから検出領域に向けて所定の変化率で周波数の増減される送信波が送信される。検出領域内に対象物が存在すると、対象物とレーダアンテナとの距離に応じた伝搬時間 τ の後に、反射波が対象物に到達して反射波が生成される。生成された反射波は、対象物とレーダアンテナとの距離に応じた伝搬時間 τ の後にレーダアンテナに到達する。

【0004】 FM-CWレーダ装置では、上記の如くレーダアンテナに到達する反射波と、その時点での送信波とをミキシングすることにより、反射波と送信波の周波

数偏差を変動周波数とし、反射波の強度に応じた振幅を有するビート信号が生成される。上記の如く生成されたビート信号に、公知の FFT 処理を施して周波数解析を行うと、ビート信号に含まれている各周波数成分のスペクトル強度を得ることができる。FM-CWレーダ装置は、反射波が上昇する過程で得られたビート信号についてのスペクトル解析結果（以下、上り区間スペクトルと称す）と、反射波が下降する過程で得られたビート信号についてのスペクトル解析結果（以下、下り区間スペクトルと称す）とを用いて、対象物までの距離、及び FM-CWレーダ装置に対する対象物の相対速度を演算する。

【0005】 FM-CWレーダ装置の検出領域内に複数の対象物が存在する場合、それぞれの対象物に対して反射波が生成される。このように複数の反射波が生成されると、ビート信号のスペクトル解析結果中に、複数のスペクトルピークが形成される。この場合、複数の対象物を正確に検出するためには、上り区間スペクトルに含まれる複数のスペクトルピークと、下り区間スペクトルに含まれる複数のスペクトルピークとを適正に組み合わせることが必要となる。

【0006】 上記従来の車載用レーダ装置は、上り区間スペクトルおよび下り区間スペクトルに複数のスペクトルピークが存在する場合に、①周波数順にスペクトルピークをペアリングする周波数ペアリングの手法、および、②スペクトルピークの形状の相関演算を行い、相関の高いもの同士をペアリングする相関ペアリングの手法の双方を用いて、適正なペアリングの実現を図っている。

【0007】 検出領域内に存在する複数の対象物に大きな相対速度差がない場合は、上り区間スペクトル中にも、下り区間スペクトル中にも、相対距離の小さい対象物のピークスペクトルは低周波側に、相対距離の大きな対象物のピークスペクトルは高周波側に表れる。従って、かかる状況下では、上記①の手法により正確なペアリングを行うことができる。

【0008】 一方、検出領域内に存在する複数の対象物に大きな相対速度差が存在する場合は、上り区間スペクトル中と、下り区間スペクトル中とに、同一の対象物についてのスペクトルピークが異なる順序で表れる場合がある。この場合、上記①の手法では、正確なペアリングを行うことはできない。しかしながら、上り区間スペクトル中に表れるスペクトルピークと、下り区間スペクトル中に表れるスペクトルピークとは、それらが同一の対象物に起因するものである場合には形状において高い相関を示し、一方、それらが同一の対象物に起因するものでない場合には形状において高い相関を示さない。このため、上記①の手法でペアリングが行われた後、ペアリングされたスペクトルピークの相関度を求めることで、適正なペアリングが行われたか否かを判断することが可

能である。また、相関が低いと判別された場合に、上記②の手法により再度ペアリングを行えば、正確なペアリングを行うことが可能である。

【0009】このため、上記従来の車載用レーダ装置によれば、FM-CWレーダ装置の照射範囲内に複数の対象物が存在する場合に、それら複数の対象物を、高い精度で認識することができる。また、上記従来の車載用レーダ装置は、上述の如く、車両の旋回中をも含めて、FM-CWレーダ装置により正確に自車線上を照射することができる。従って、上記従来の車載用レーダ装置によれば、自車線上に存在する複数の対象物を、精度良く検出し得るという効果を得ることができる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】ところで、車両前方を広く監視するためには、車載用レーダ装置を走査型レーダ装置とすることが有効である。対象物の検出機構にFM-CWレーダ装置を用いた走査型レーダ装置によれば、比較的広い検出領域内に存在する複数の対象物のそれぞれについて、対象物までの距離および対象物の相対速度が検出し得ると共に、自車両に対して対象物の存在する方向を検出することが可能である。

【0011】自車両に対する対象物の存在方向を精度良く検出するためには、所定の走査角毎に上り区間スペクトルおよび下り区間スペクトルを演算し、走査角毎に対象物の検出処理を行うことが必要である。このため、かかる機能を実現するためには、すなわち、車載用レーダ装置を走査型レーダ装置とする利益を十分に得るためには、検出領域を複数の領域に区分して、個々の区分についてスペクトル解析を行い、それぞれの区分に対して演算される上り区間スペクトルおよび下り区間スペクトルに含まれるスペクトルピークを適切にペアリングすることが必要である。

【0012】上記の演算処理は、全ての区分について演算されるスペクトル解析結果に対して上述した①及び②の手法によるペアリング処理を施すことにより、行うことができる。しかしながら、かかる演算処理を行うとすれば、車載用レーダ装置の演算負荷が過大となり、コスト上、若しくは応答性上の不利益が生ずる。この意味で、上記従来の装置の演算手法は、FM-CWレーダ装置を用いた走査型レーダ装置においては、必ずしも最適な演算手法ではなかった。

【0013】本発明は、上記の点に鑑みてなされたものであり、上り区間スペクトルに含まれるスペクトルピークと、下り区間スペクトルに含まれるスペクトルピークとのペアリングを、走査角のデータを用いて簡易に行うことにより上記の課題を解決するFM-CWレーダ装置を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記の目的は、請求項1に記載する如く、送信波の周波数を所定の変化率で変調

する周波数変調機構と、送信波に対する反射波と送信波とに基づいてビート信号を生成するビート信号生成機構と、ビート信号に含まれる各周波数成分のスペクトル強度を検出するスペクトル解析機構とを備え、前記送信波の周波数が上昇する過程で得られるビート信号についてのスペクトル解析結果と、前記送信波の周波数が下降する過程で得られるビート信号についてのスペクトル解析結果とを組み合わせ、前記送信波を反射する対象物までの距離、および該対象物の相対速度を検出するFM-CWレーダにおいて、前記送信波に、所定の検出領域を走査させる走査手段と、前記送信波の周波数が上昇する過程で得られるスペクトル解析結果に含まれるピークスペクトルと、前記送信波の周波数が下降する過程で得られるスペクトル解析結果に含まれるピークスペクトルとを、前記走査手段の走査角データに基づいてペアリングするスペクトルペアリング手段と、を備える車載用走査レーダ装置により達成される。

【0015】本発明において、送信波は、走査手段により決定される走査角方向に照射される。送信波の照射方向に対象物が存在すると、対象物までの距離および対象物の相対速度の反映されたビート信号が生成される。送信波の周波数が上昇する過程で得られるビート信号が周波数解析されると、上り区間スペクトルが得られる。また、送信波の周波数が下降する過程で得られるビート信号が周波数解析されると、下り区間スペクトルが得られる。上り区間スペクトルに含まれるスペクトルピークと、下り区間スペクトルに含まれるスペクトルピークとは、それらのスペクトルピークの起因となった対象物までの距離、およびその対象物の相対速度が反映されている。上り区間スペクトルおよび下り区間スペクトルに複数のスペクトルピークが含まれている場合は、スペクトルピークを適切に組み合わせることにより、複数の対象物について、対象物までの距離および対象物の相対速度を検出することが可能となる。本発明において、上り区間スペクトルおよび下り区間スペクトルは、走査角毎に演算される。スペクトルペアリング手段は、各走査角に対して演算された上り区間スペクトル中のスペクトルピークと、下り区間スペクトル中のスペクトルピークとを走査角データに基づいてペアリングする。走査角データが考慮される結果、スペクトルピークのペアリングが容易となる。

【0016】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の一実施例である車載用走査レーダ装置のシステム構成図を示す。本実施例の装置は、レーダ用電子制御ユニット10（以下、レーダ用ECUと称す）、および、環境認識車速制御電子制御ユニット12（以下、環境認識ECUと称す）により制御される。

【0017】レーダ用ECU10には、レーダアンテナ14および走査コントローラ16が接続されている。レ

10

20

30

40

50

レーダアンテナ 14 は、FM-CW (Frequency Modulation-Continuous Wave) レーダの構成要素であり、例えば車両のフロントグリル付近に、鉛直方向に延びる回転軸 14a を中心として回転することができるよう配設されている。レーダアンテナ 14 は、指向性を有するアンテナであり、所定の照射範囲内で信号の送受信を行う。

【0018】レーダアンテナ 14 には、走査機構 18 が連結されている。走査機構 18 は、レーダアンテナ 14 を揺動させる装置であり、走査コントローラ 16 によりフィードバック制御されている。走査コントローラ 16 には、レーダ用 ECU 10 より走査角信号が供給されている。走査コントローラ 16 は、レーダアンテナ 14 の走査角が、レーダ用 ECU 10 からの指令角 θ に一致するように、走査機構 18 をフィードバック制御する。レーダ用 ECU 10 は、車両前方の所定の検出領域が、レーダアンテナ 14 により所定速度で走査されるように、走査角の指令角 θ を所定周期で増減させる。

【0019】レーダ用 ECU 10 は、レーダアンテナ 14 から供給される信号に適当な処理を施すことにより、車両前方の検出領域内に存在する対象物を検出し、その検出結果を環境認識 ECU 12 に供給する。環境認識 ECU 12 には、警報器 20、ブレーキ 22、およびスロットル 24 が接続されている。環境認識 ECU 12 は、車両前方に対象物が近接している場合に、予め設定された論理に従って警報機 20、ブレーキ 22、またはスロットル 24 を駆動して、車両乗員の注意を喚起すると共に車両の減速を図る。

【0020】図 2 は、レーダ用 ECU 10 を機能的に表したブロック構成図を示す。レーダ用 ECU 10 は、マイクロコンピュータを主体として構成される装置である。レーダ用 ECU 10 を機能的に表すと、図 2 に示す如く、走査角制御部 26、レーダ信号処理部 28、および対象物認識部 30 に分けて表すことができる。走査角制御部 26 は、上述した走査コントローラ 16 に対して走査角信号を供給するブロックである。走査角信号に含まれる走査角指令値 θ は、レーダ信号処理部 28 の制御タイミングと同期して変化される。

【0021】レーダ信号処理部 28 は、レーダアンテナ 14 と共に FM-CW レーダを構成する。レーダアンテナ 14 の走査角方向に対象物が存在する場合、レーダ信号処理部 28 には、その対象物に関する信号が供給される。レーダ信号処理部 28 は、かかる信号が供給された場合に、対象物と自車との車間距離および相対速度の反映されたスペクトル解析結果を生成し、その結果を走査角と対応付けて対象物認識部 30 に供給する。尚、レーダ信号処理部 28 の構成については、後に図 3 を参照して詳説する。

【0022】対象物認識部 30 は、レーダ信号処理部 28 から供給されるスペクトル解析結果に基づいて、走査各毎に対象物に関するデータを演算し、その演算結果が

ら、車両前方に設定された検出領域内に存在する対象物の位置、対象物までの距離、および、対象物の相対速度を演算する。本実施例のシステムは、対象物認識部 30 が、レーダ信号処理部 28 から供給されるスペクトル解析結果を、後述の手法により処理する点に特徴を有している。

【0023】図 3 は、上述したレーダ信号処理部 28 を機能的に表したブロック構成図を示す。上述したレーダアンテナ 14 は、図 3 に示す如く、送信アンテナ 14b および受信アンテナ 14c として機能する。レーダ信号処理部 28 が備える搬送波発生回路 32、周波数変調回路 34、変調電圧発生回路 36、および方向性結合器 38 は、FM-CW レーダの送信側回路を構成する。

【0024】搬送波発生回路 32 は、所定周波数の搬送波を発生し、その搬送波信号を周波数変調回路 34 に供給する。一方、変調電圧発生回路 36 は、振幅が三角形状に変化する三角波を発生し、その三角波を周波数変調回路 34 に供給する。周波数変調回路 34 は、変調電圧発生回路 36 から供給される三角波を変調信号として、搬送波発生回路 32 から供給される搬送波を周波数変調する。

【0025】図 4 (A) 中に実線で示す波形は、周波数変調回路 34 の出力端子に表れる信号の周波数の変化状態を示す。上述した周波数変調が行われる結果、周波数変調回路 34 の出力端子には、図 4 (A) 中に実線で示す如く、時間経過に伴って所定の変動幅 Δf 、変調周波数 $f_m (=1/T; T$ は変調電圧発生回路 36 から発せられる三角波の変動周期) で三角波状に変調された変調波信号が表れる。周波数変調回路 34 の出力端子に表れる変調波信号は、方向性結合器 38 を介して送信アンテナ 14b に供給されると共に後述するミキサ 40 に供給される。

【0026】上述の如く送信アンテナ 14b に供給された変調波信号は、送信アンテナ 14b の走査角方向へ送信される。かかる走査角方向に対象物が存在すると、送信信号が対象物により反射され、受信アンテナ 14c によりその反射波が受信される。受信アンテナ 14c には、ミキサ 40 が接続されている。レーダ信号処理部 28 は、FM-CW レーダの受信回路として、ミキサ 40、増幅回路 42、フィルタ 44、及び高速フーリエ変換処理回路 46 (以下、FFT 信号処理回路と称す) を備えている。受信アンテナ 14c に受信された信号は、かかる受信回路により処理されて対象物と車両との車間距離および相対速度を表すデータに変換される。

【0027】図 4 (A) 中に破線及び一点鎖線で示す波形は、それぞれ受信アンテナ 14c からミキサ 40 に供給される反射信号の周波数の変化状態を示す。ミキサ 40 では、かかる反射信号と方向性結合器 38 から供給される送信信号とがミキシングされることにより、両者の周波数差を変動周波数とするビート信号が生成される。

【0028】図4（B）は、かかるビート信号の周波数の変化状態を示す。以下、図4（B）に示す如く、送信信号の周波数が上昇する区間で生成されるビート信号の周波数を上り周波数 f_{up} と、送信信号の周波数が下降する区間で生成されるビート信号の周波数を下り周波数 f_{down} と称す。

【0029】ミキサ40で生成されるビート信号は、増幅回路42で増幅された後、フィルタ44に供給される。フィルタ44は、増幅回路42から供給されたビート信号を、上昇区間のビート信号と下降区間のビート信号とに分離する。分離されたビート信号は、共にFFT信号処理回路46に供給される。FFT信号処理回路46は、各区間のビート信号についてFFT処理を施し、上り周波数 f_{up} についてのパワースペクトル（以下、上り区間スペクトルと称す）、及び下り周波数 f_{down} についてのパワースペクトル（以下、下り区間スペクトルと称す）を算出する。

【0030】図5（A）は、レーダアンテナ14の走査角方向に2つの対象物が存在する場合にFFT信号処理回路46で演算された上り区間スペクトルを示す。また、図5（B）は、同様の環境下でFFT信号処理回路46に算出された下り区間スペクトルを示す。

【0031】レーダアンテナ14の走査角方向に複数の対象物が存在する場合、受信アンテナ14cには対象物それぞれについての反射波が受信される。この場合、ミキサ40では、複数の受信信号のそれぞれについてビート信号が形成される。その結果、FFT信号処理回路46では、複数のピークを有するパワースペクトルが検出される。

【0032】ところで、車両と対象物との間に相対速度 V_r * 30

$$f_r = (f_{up} + f_{down}) / 2$$

また、 f_{up} と f_{down} との偏差は、 f_{up} に重畳するドップラシフト成分と f_{down} に重畳するドップラシフト成分との和に相当する。従って、次式に示す如く、両者の偏差の $1/2$ の値を求めると、その値は、車両と対象物との※

$$f_d = (f_{down} - f_{up}) / 2$$

本実施例において、周波数変調回路34が発生する変調波信号の中心周波数が f_c 、変調周波数が f_m 、変調幅が Δf 、かつ、送信信号の伝搬速度が高速 c である場合★

$$f_r = 4 f_m \cdot \Delta f \cdot L / c$$

$$f_d = 2 V_r \cdot f_c / c$$

従って、FFT信号処理回路46において、上り周波数 f_{up} を表すスペクトルピークと下り周波数 f_{down} を表すスペクトルピークとが得られた場合、それらを上記

（1）式および（2）式に代入して f_r および f_d を求め、更に、その演算値を上記（3）式及び（4）式に代入すれば、レーダアンテナ14の走査角方向に存在する対象物に関する車間距離 L と相対速度 V_r とを求めることができる。

【0038】上述の如く、図5（A）及び図5（B）

*がないとすると、送信アンテナ14bから送信される送信波と、受信アンテナ14cに到達する反射波との間には、対象物と車両との間を信号が伝搬するのに要する時間に応じた位相差が生ずる。この場合、反射波の周波数にドップラシフトが重畳されないため、反射波の周波数変動を表す波形は、図4（A）中に一点鎖線で示す如く、送信信号の波形を単に時間的に平行移動しただけの波形となる。従って、上り周波数 f_{up} と下り周波数 f_{down} とは、図4（B）中に一点鎖線で示すように共に等しい値となる。この際、 f_{up} および f_{down} は、共に対象物と車両との車間距離に対応した値となる。

【0033】一方、車両と対象物との間に相対速度 V_r が存在する場合、反射波の周波数には相対速度 V_r に応じたドップラシフトが重畳される。このため、例えば対象物と車両とが接近する傾向にある場合は、反射波の周波数が全体的に高周波側へシフトする。その結果、反射波の周波数を表す波形は、図4（A）中に破線で示す如く、距離に応じて時間的に平行移動した波形（図中、一点指鎖線で示す波形）を更に高周波側へ平行移動した波形となる。

【0034】反射波の周波数が上記の如く高周波側へシフトされると、相対速度 V_r が“0”である場合に比べて f_{up} は小さく、また f_{down} は大きく変更される。この際、次式に示す如く、 f_{up} と f_{down} との平均値を演算すれば、 f_{up} に重畳するドップラシフト成分と、 f_{down} に重畳するドップラシフト成分とが互いに相殺し合い、対象物と車両との車間距離に対応する特性値を得ることができる。

【0035】

$$\dots (1)$$

※相対速度に起因するドップラシフト成分に対応する特性値となる。

【0036】

$$\dots (2)$$

★に、距離 L だけ離間した位置に相対速度 V_r を有する対象物が存在するとすれば、次式に示す関係が成立する。

【0037】

$$\dots (3)$$

$$\dots (4)$$

は、レーダアンテナ14の走査角方向に2つの対象物が存在する場合のスペクトル解析結果である。より具体的には、図5（A）において周波数 FM_{01} の位置に表れるスペクトル、および図5（B）において周波数 FM_{01} の位置に表れるスペクトルは、走査角方向に存在する一の対象物に起因して表れたピークである。また、図5

（A）において周波数 FM_{02} の位置に表れるスペクトル、および図5（B）において周波数 FM_{02} の位置に表れるスペクトルは、走査角方向に存在する他の対象物に

起因して表れたピークである。

【0039】図5に示す如きスペクトル解析結果が得られた場合は、 FM_{01} と FM_{02} とを組み合わせることで上記

(1)～(4)式を用いた演算を行うことにより、一の対象物に関する車間距離 L 及び相対速度 V_r を求めることができると共に、 FM_{02} と FM_{03} とを組み合わせることで同様の演算を行うことにより、他の対象物に関する車間距離 L 及び相対速度 V_r を求めることができる。このように、本実施例のシステムにおいては、一組のスペクトル解析結果から、複数の対象物に関するデータを得ることが

【0040】上述の如く、レーダアンテナ14は、走査機構18により走査される。図6は、本実施例のシステムを搭載する車両48において、レーダアンテナ14の走査領域として設定されている領域を示す。図6に示す如く、本実施例においては、車両48の前後方向の軸線に対して左右に 10° ずつの広がりをもつ領域がレーダアンテナ14によって走査される領域、すなわち、対象物の検出領域とされている。尚、以下の説明においては、車両48の軸線に対して左側の領域を走査角 θ_s が負の領域、車両48の軸線に対して右側の領域を走査角 θ_s が正の領域とする。

【0041】図7は、レーダアンテナ14の走査角 θ_s と、送信信号の周波数 f との関係を示す。上述の如く、本実施例のシステムにおいては、レーダ信号処理部28の処理と同期してレーダアンテナ14の走査角 θ_s が制御される。より具体的には、レーダアンテナ14は、図7に示す如く送信信号の周波数 f が1周期分変化する間に、走査角 θ_s が 0.5° 変化するように制御される。また、本実施例において、レーダアンテナ14は、約100msec毎に $-10^\circ \sim +10^\circ$ の領域が走査されるように制御される。

【0042】本実施例のシステムによれば、上り区間スペクトルと下り区間スペクトルとが1組検出されることにより、対象物に関するデータを演算することができる。上記の如く、送信信号の周波数 f が1周期分変化する間に走査角 θ_s が 0.5° 変化するとすれば、走査角 θ_s が 0.5° 変化する毎に一組の上り区間スペクトルと下り区間スペクトルとを得ることができる。従って、本実施例のシステムによれば、レーダアンテナ14が

【0043】つまり、本実施例のシステムにおいては、車両48前方の検出領域が 0.5° 毎に40の検出領域に区分されており、レーダアンテナ14が走査角 θ_s が $-10^\circ \sim +10^\circ$ の領域を走査する間に、すなわち、約100msecの間に、上記図5(A)、(B)に示すスペクトル解析結果を40組得ることができる。上述したレーダ信号処理部28は、レーダアンテナ14が走査されるに伴って、これら40組のスペクトル解析結果を、レ

ーダセンサ20の走査角 θ_s と対応付けた状態で対象物認識部30へ供給する。

【0044】図8は、本実施例のシステムを搭載する車両の前方に対象物50および52が存在する状態を示す。対象物50は、ガードレールのポールの如き固定物であり、対象物52は道路上を走行中の先行車である。上述の如く、本実施例のシステムにおいては、レーダアンテナ14が 0.5° 走査される毎に一組のスペクトル解析結果が得られる。また、レーダアンテナ14は、所定の広がりをもって送受信波を送受する。このため、レーダアンテナ14が 0.5° 走査されることにより確保される検出領域は、 0.5° の範囲にレーダアンテナ14が送受する送受信波の広がりを加えた範囲となる。図8中に実線で示す境界線は、検出領域を 0.5° 毎に区分する境界線（以下、領域区分線と称す）を示す。また、図8中に破線で示す境界線は、レーダアンテナ14の走査方向が領域区分線に重なる場合のレーダアンテナ14の送受信波の広がり範囲を示す。

【0045】レーダアンテナ14の走査方向が、図8中に最も左側に表される領域区分線に重なる状態から、その領域区分線の右側に隣接する領域区分線に重なる状態まで変化すると、図8中に①で示す範囲が走査されたこととなる。同様に、以後、レーダアンテナ14の走査方向が 0.5° 変化する毎に、順次図8中に②で示す領域、③で示す領域、④で示す領域が走査される。これらの領域①～④は、隣接する領域と重なる部分を有している。従って、各領域の境界部近傍に位置する対象物は、2つの領域において対象物として検出されることになる。

【0046】図8に示す状況において、対象物50は、領域①と領域②との重複領域に存在する。また、対象物52は、領域②と領域③との重複領域に存在する。従って、対象物50は、領域①および領域②において、また、対象物52は、領域②および③において、それぞれ検出されることになる。

【0047】図9(A)および図9(B)は、それぞれ領域①に対する上り区間スペクトルおよび下り区間スペクトルを表す。これらのスペクトル解析結果中には、対象物50に起因するピークスペクトル $S_{u,s}$ 、 $S_{d,s}$ が表れる。対象物50は、道路上に固定された物体であるため、本実施例のシステムを搭載する車両と対象物50との間には大きな相対速度が存在する。このため、上り区間スペクトル中にピークスペクトル $S_{u,s}$ が表れる位置と、下り区間スペクトル中にピークスペクトル $S_{d,s}$ が表れる位置とは比較的離間されている。

【0048】図10(A)および図10(B)は、それぞれ領域②に対する上り区間スペクトルおよび下り区間スペクトルを表す。これらのスペクトル解析結果中には、対象物50に起因するピークスペクトル $S_{u,s}$ 、 $S_{d,s}$ に加え、対象物52に起因するピークスペクトル S

u_{s2} , Sd_{s2} が表れる。対象物52は、道路上を走行しているため、本実施例のシステムを搭載する車両と対象物52との間にさほど大きな相対速度は存在しない。このため、上り区間スペクトル中にピークスペクトル Su_{s2} が表れる位置と、下り区間スペクトル中にピークスペクトル Sd_{s2} が表れる位置とは比較的近接されている。

【0049】図11(A)および図11(B)は、それぞれ領域③に対する上り区間スペクトルおよび下り区間スペクトルを表す。これらのスペクトル解析結果中には、対象物52に起因するピークスペクトル Su_{s0} , Sd_{s0} のみが表れる。また、図12(A)および図12(B)は、それぞれ領域④に対する上り区間スペクトルおよび下り区間スペクトルを表す。領域④には、対象物が存在しないため、これらのスペクトル解析結果中にはピークスペクトルは表れない。

【0050】上記図9(A)および図9(B)、または、上記図11(A)および図11(B)に示す如く、上り区間スペクトルおよび下り区間スペクトルに、それぞれピークスペクトルがひとつずつ表れる場合は、単純にそれらのスペクトルピークを組み合わせて上記(1)~(4)式に基づく演算を行うことで、対象物に関するデータを正確に求めることができる。

【0051】しかしながら、上記図10(A)および図10(B)に示す如く、上り区間スペクトルおよび下り区間スペクトルに、それぞれ複数のスペクトルピークが存在する場合は、スペクトルピークのペアリングを行うことが必要である。上述した対象物50および52のように、同時に検出される複数の対象物に大きな相対速度差が存在する場合、それらの対象物に起因するピークスペクトルが上り区間スペクトル中に表れる順序と下り区間スペクトル中に表れる順序とが反転する場合がある。従って、複数のピークスペクトルを単に周波数順にペアリングすることによっては、正確な組み合わせが得られない場合がある。

【0052】本実施例は、特定の走査領域中で複数のピークスペクトルが検出された場合に、走査角 θ の要素を考慮してピークスペクトルのペアリングを行うことにより、かかるペアリングを容易かつ正確に行い得る点に特徴を有している。以下、図13及び図14を参照して、本実施例において実行されるペアリングの手法について説明する。

【0053】図13および図14は、上記の機能を実現すべくレーダ用ECU10が実行する制御ルーチンの一例のフローチャートを示す。図13および図14に示すルーチンは、レーダアンテナ14の走査が開始される毎に、約100msec毎に起動されるルーチンである。

【0054】図13および図14に示すルーチンが起動されると、まずステップ100において、カウンタ i がインクリメントされる。カウンタ i はレーダアンテナ14により走査される領域の番号を表すカウンタであり、

イニシャル処理により“0”がセットされている。従って、本ルーチンが起動された直後は、ステップ100において i が“1”とされる。

【0055】ステップ102では、領域 i についてのデータ入力終了したか、すなわち、領域 i の走査が終了したか否かが判別される。未だデータ入力終了していないと判別された場合は、データ入力終了したと判別されるまで、繰り返しステップ102の判別が行われる。データ入力終了したと判別されると、ステップ104において、上り区間スペクトルおよび下り区間スペクトルを得るための信号処理が実行される。

【0056】上記ステップ104の処理が終了すると、次に、ステップ106において、スペクトル解析結果中に含まれるピークスペクトルの数が“1”より大きいかが否かが判別される。ピーク数が“1”より大きくない、すなわち、ピーク数が“1”であると判別された場合は、上り区間スペクトルに含まれるピークスペクトルと、下り区間スペクトルに含まれるピークスペクトルとを単純に組み合わせることで、正確なペアリングが得られる。このため、上記の判別がなされた場合は、以後、ステップ108および110がジャンプされ、ステップ112の処理が実行される。

【0057】上記ステップ106において、ピーク数が“1”より大きいと判別された場合は、ステップ108において、上り区間スペクトルに含まれるピークスペクトルと、下り区間スペクトルに含まれるピークスペクトルとが周波数順にペアリングされる。次に、ステップ110において、ペアリングされたピークスペクトルの相関度が所定のしきい値 α_{th} 以上か否かが判別される。ピークスペクトルの相関度は、ピークスペクトルの形状等に基づいて演算される。ペアリングされたピークスペクトルが、共に同一の対象物に起因するものである場合は、高い相関度が得られる。この場合、上記ステップ110の条件は成立する。一方、ペアリングされたピークスペクトルが、異なる対象物に起因するものである場合は、低い相関度が演算される。この場合、上記ステップ110の条件は不成立となる。

【0058】上記ステップ110の条件が成立すると判別された場合は、複数のピークスペクトルが適切にペアリングされたと判断され、次に、ステップ112において、ペアリングされたピークスペクトルに基づいて対象物に関するデータ、すなわち、対象物と自車両との車間距離 L 、および、自車両に対する対象物の相対速度 V_r が演算され、それらの演算値が走査領域の番号 i と共に記憶される。

【0059】これに対して、上記ステップ110の条件が不成立であると判別された場合は、複数のピークスペクトルが適切にペアリングされていないと判断され、ステップ114において、スペクトル情報が保持される。本実施例においては、走査領域の番号 i 、ピークスペク

トルのレベル、および、ピークスペクトルが検出される位置（周波数）が、スペクトル情報として保持される。

【0060】上記の処理が終了すると、次にステップ116において、カウンタ i が所定値 n に到達しているか否かが判別される。所定値 n は、最終走査領域に付される番号である。 $i \geq n$ が不成立である場合は、全ての走査領域についてのデータ収集が未だ終了していないと判断される。この場合、 $i \geq n$ なる条件が成立すると判別されるまで、繰り返し上記ステップ100～114の処理が実行される。一方、 $i \geq n$ が成立すると判別された場合は、全ての走査領域についてのデータ収集が終了したと判断される。この場合、ステップ118においてカウンタ i が“0”にリセットされた後、図14に示すステップ120以降の処理が実行される。

【0061】ステップ120では、上記ステップ114でスペクトル情報の保持された領域、すなわち、ピークスペクトルの組み合わせが確定されていない領域（以下、不確定領域と称す）のうち、一の領域の番号が変数 j に代入される。尚、一の領域は、例えば不確定領域のうち最も番号の小さい領域若しくは最も番号の大きな領域、または自車両の前方に相当する領域等に決定される。

【0062】ステップ122では、変数 k に“ $j-1$ ”が代入される。次に、ステップ124では、領域 k のピークスペクトルの組み合わせが確定されているか否かが判別される。領域 k も不確定領域である場合は、上記条件が不成立であると判別される。この場合、以後、ステップ126において k が j に比して小さいか否かが判別され、その判別結果に応じてステップ128またはステップ130の処理が実行される。上述の如く、変数 k は当初 $j-1$ に設定される。 k が $j-1$ であれば上記ステップ126の条件が成立する。この場合、以後、ステップ128において k がデクリメントされた後、上記ステップ124の処理が再度実行される。この場合、領域 k が確定領域であると判別されるまで、順次、より番号の小さな領域について確定領域か否かの判別が実行される。また、後述の如く、変数 k は特定の状況下で $j+1$ に設定される場合がある。かかる場合には上記ステップ126の条件が不成立であると判別され、ステップ130で k がインクリメントされた後、上記ステップ124の処理が再度実行される。この場合、領域 k が確定領域であると判別されるまで、順次、より番号の大きな領域について確定領域か否かの判別が実行される。

【0063】上記ステップ124において、領域 k が確定領域であると判別された場合は、ステップ132において、 k 領域、すなわち、確定領域に含まれるピークスペクトルが k 領域に隣接する不確定領域に存在するか否かが判別される。両者に重複するピークスペクトル（以下、重複ピークと称す）が存在すれば、すでに確定されているピークスペクトルの組み合わせに基づいて、不確

定領域のピークスペクトルを容易かつ正確にペアリングすることができる。一方、両者に重複がない場合は、かかる手法によるペアリングはできない。この場合、ステップ134において、変数 k に $j+1$ が代入され、以後、領域 j に比して大きな番号を有する確定領域の検索が開始される。

【0064】上記ステップ132において、不確定領域に重複ピークが存在すると判別された場合は、ステップ136において、不確定領域のスペクトル解析結果中の重複ピークをペアリングする処理が実行される。重複ピークがペアリングされると、不確定領域のスペクトル解析結果中に残存するピーク数が減少し、ペアリングが容易となる。以後、ステップ138で、周波数ペアリングの手法、および、相関ペアリングの手法により、不確定領域のスペクトル解析結果中に残存するピークスペクトルがペアリングされる。

【0065】上記の処理が終了すると、次に、ステップ140において、全ての領域についてピークスペクトルが確定されたか否かが判別される。その結果、未だ不確定領域が存在すると判別される場合は、上記ステップ120以降の処理が再度実行される。一方、既に全ての領域のピークスペクトルが確定していると判別される場合は、今回のルーチンが終了される。

【0066】上述の処理によれば、周波数ペアリングの手法によっては適正なピークスペクトルの組み合わせが得られない場合に、その領域に隣接する他の領域のスペクトル解析結果に基づいて、不確定領域のスペクトル解析結果中に含まれるピークスペクトルの一部を正確にペアリングすることができる。かかるペアリングにより不確定領域中に含まれる不確定ピークの数が増加すると、全てのピークスペクトルが不確定ピークである場合に比して、残存するピークスペクトルを容易にペアリングすることが可能となる。従って、本実施例のシステムによれば、複数のスペクトル解析結果に含まれる多数のピークスペクトルを、容易かつ確実にペアリングすることが可能である。この点、本実施例のシステムは、コスト上、および応答性上の不利益を伴うことなく、広い検出領域において正確に対象物を検出する機能を実現し得るという効果を有している。

【0067】尚、上記の実施例においては、レーダ用ECU10のレーダ信号処理部28のうち、搬送波発生回路32、周波数変調回路34及び変調電圧発生回路36が前記した周波数変調機構に、ミキサ40及び増幅回路42が前記したビート信号発生機構に、フィルタ44及びFFT信号処理回路46が前記したスペクトル解析機構、また、走査コントローラ16、走査機構18及びレーダ用ECU10の走査角制御部26が前記した走査手段に、それぞれ相当する。更に、上記の実施例においては、レーダ用ECU10が上記ステップ120～136の処理を実行することにより、前記したスペクトルペア

リング手段が実現される。

【0068】

【発明の効果】 上述の如く、本発明によれば、走査角毎に上り区間スペクトルおよび下り区間スペクトルが演算され、走査角毎に対象物に関するデータが求められる。従って、送信波の照射範囲に比して広い検出領域内に存在する複数の対象物の位置を正確に検出することができる。また、本発明によれば、スペクトルピークをペアリングする際に、走査角データが用いられる。このため、走査角データが用いられない場合に比して、容易にスペクトルピークをペアリングすることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例であるFM-CWレーダ装置のシステム構成図である。

【図2】 図1に示すFM-CWレーダ装置に用いられるレーダ用ECUのブロック構成図である。

【図3】 図2に示すレーダ用ECUの構成要素であるレーダ信号処理部のブロック構成図である。

【図4】 図4 (A) はレーダアンテナにより送受信される信号の周波数の変化を表す波形である。図4 (B) はレーダ用ECUにおいて検出されるビート信号の波形である。

【図5】 図5 (A) は上り周波数を表すスペクトルデータである。図5 (B) は下り周波数を表すスペクトルデータである。

【図6】 図1に示すFM-CWレーダ装置の検出範囲を示す図である。

【図7】 図1に示すFM-CWレーダ装置の走査角度と送信波の周波数との関係を表す波形である。

【図8】 車両の前方に存在する対象物と図1に示すFM-CWレーダ装置の走査領域とを表す図である。

【図9】 図9 (A) は図8中に示す①領域に対して得られる上り区間スペクトルの一例である。図9 (B) は図*

* 8中に示す①領域に対して得られる下り区間スペクトルの一例である。

【図10】 図10 (A) は図8中に示す②領域に対して得られる上り区間スペクトルの一例である。図10 (B) は図8中に示す②領域に対して得られる下り区間スペクトルの一例である。

【図11】 図11 (A) は図8中に示す③領域に対して得られる上り区間スペクトルの一例である。図11 (B) は図8中に示す③領域に対して得られる下り区間スペクトルの一例である。

【図12】 図12 (A) は図8中に示す④領域に対して得られる上り区間スペクトルの一例である。図12 (B) は図8中に示す④領域に対して得られる下り区間スペクトルの一例である。

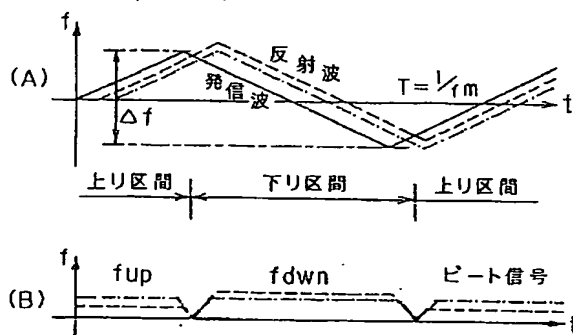
【図13】 図1に示すFM-CWレーダ装置が備えるレーダ用ECUにおいて実行される制御ルーチンの一例のフローチャート(その1)である。

【図14】 図1に示すFM-CWレーダ装置が備えるレーダ用ECUにおいて実行される制御ルーチンの一例のフローチャート(その2)である。

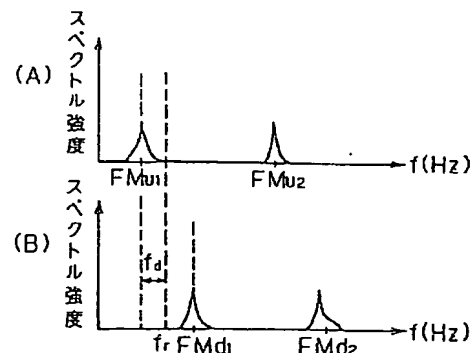
【符号の説明】

- 10 レーダ用電子制御ユニット(レーダ用ECU)
- 12 環境認識車速制御電子制御ユニット(環境認識車速制御ECU)
- 14 レーダアンテナ
- 16 走査コントローラ
- 18 走査機構
- 26 走査角制御部
- 28 レーダ信号処理部
- 30 対象物認識部
- 48 車両
- 50, 52 対象物

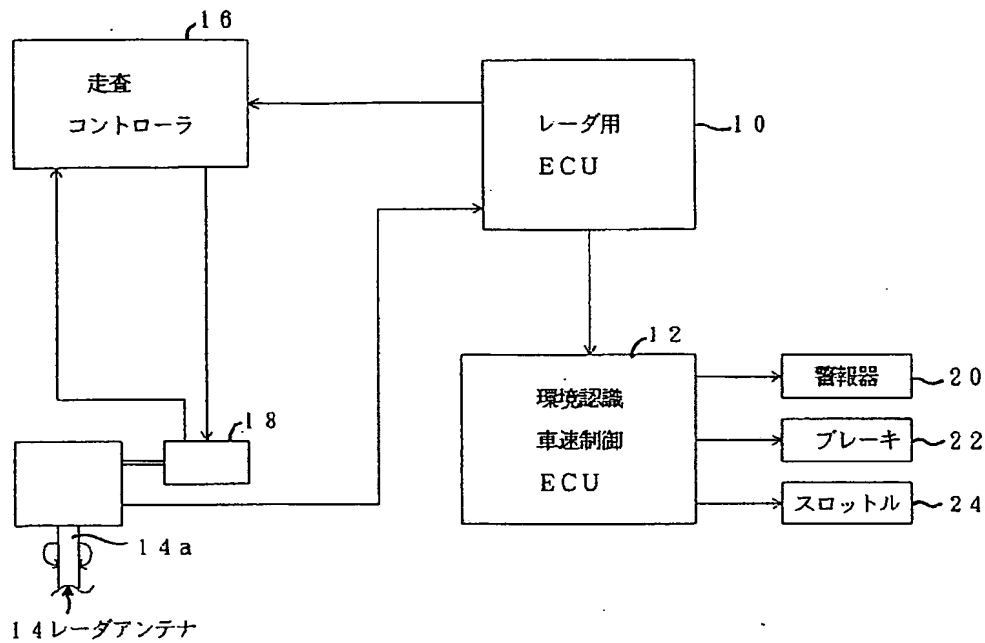
【図4】



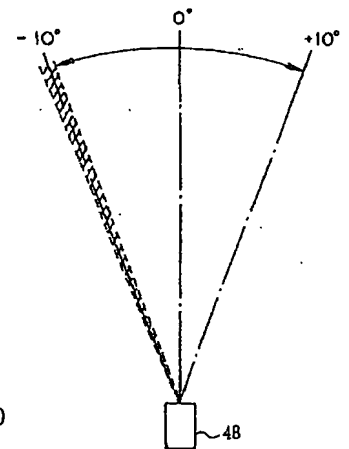
【図5】



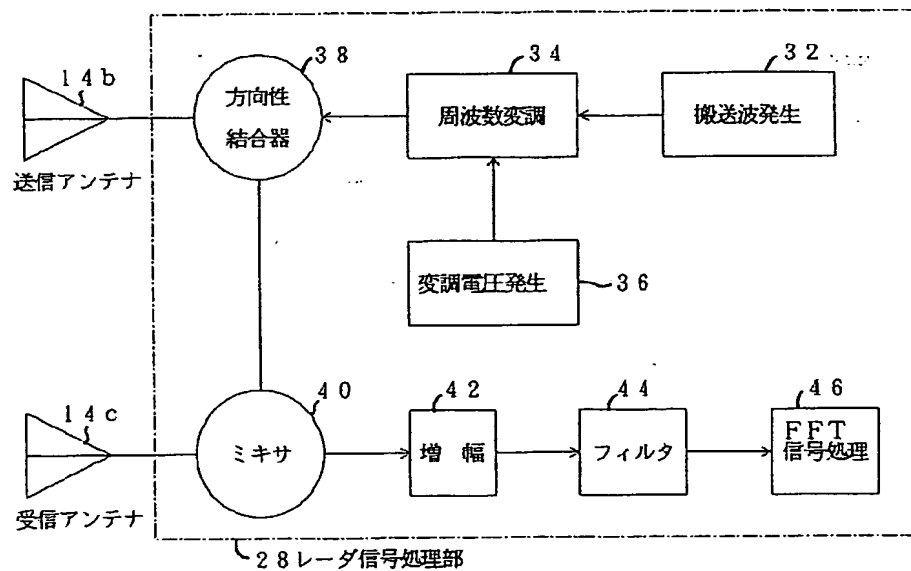
【図 1】



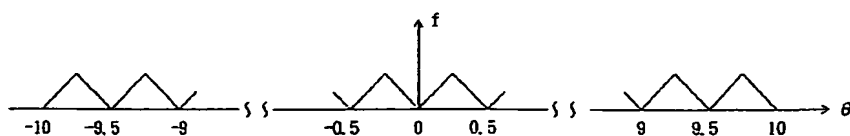
【図 6】



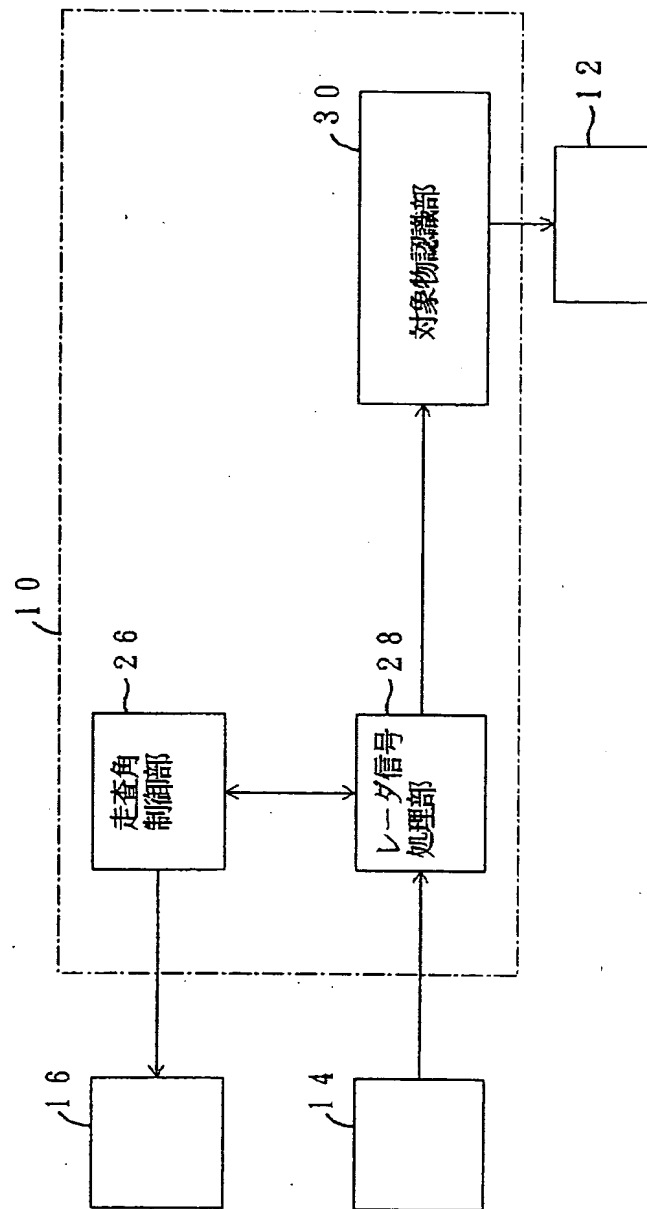
【図 3】



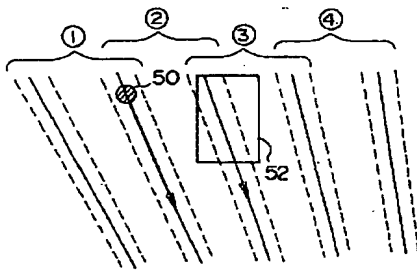
【図 7】



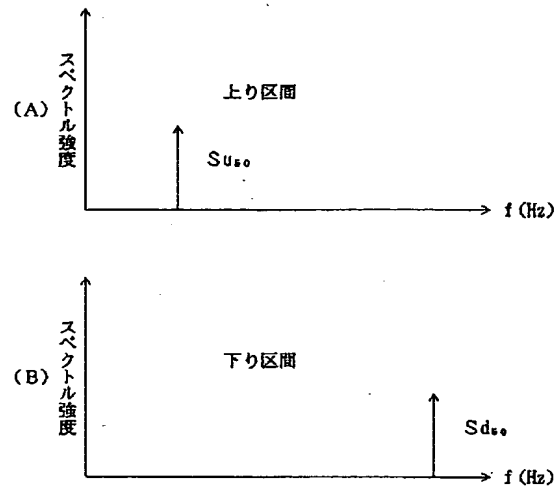
【図2】



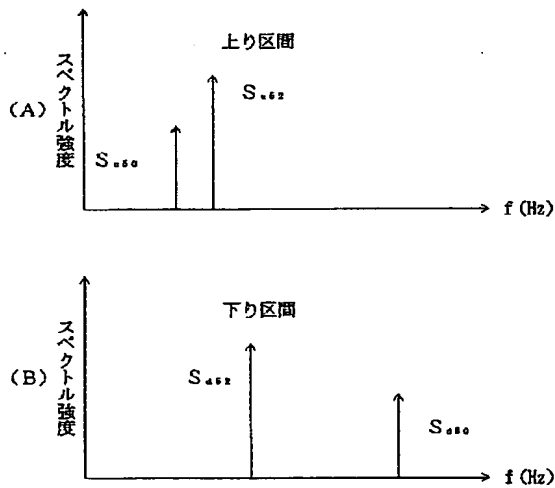
【図 8】



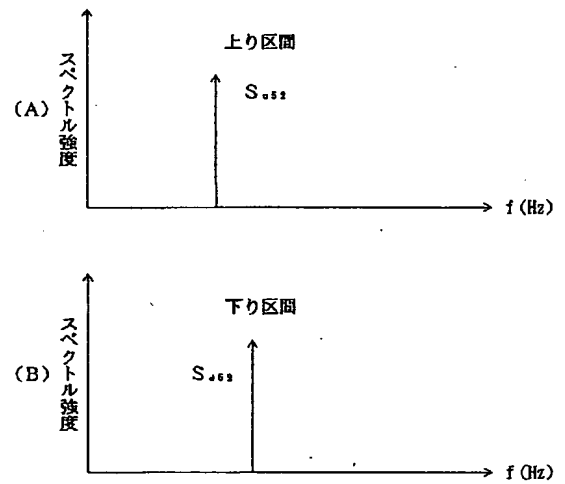
【図 9】



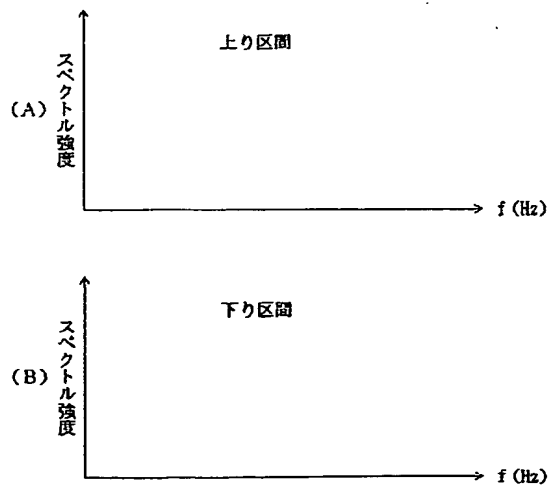
【図 10】



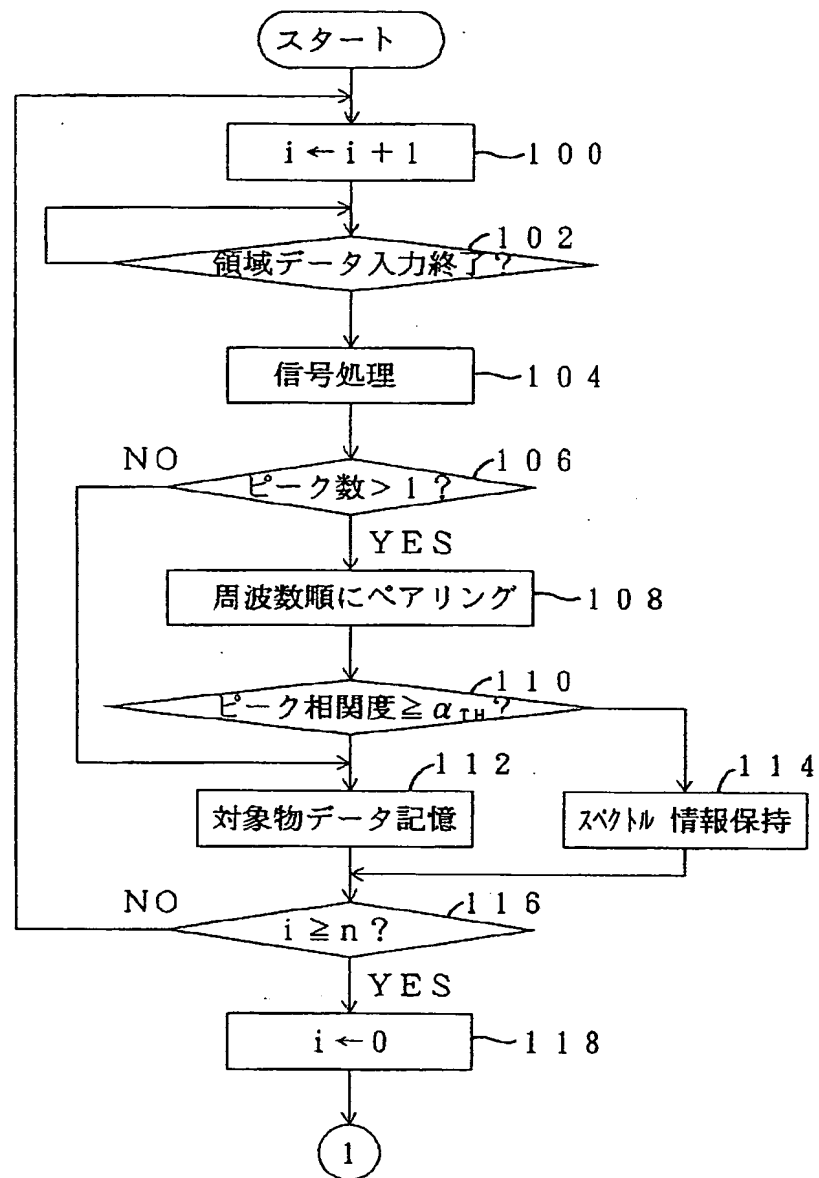
【図 11】



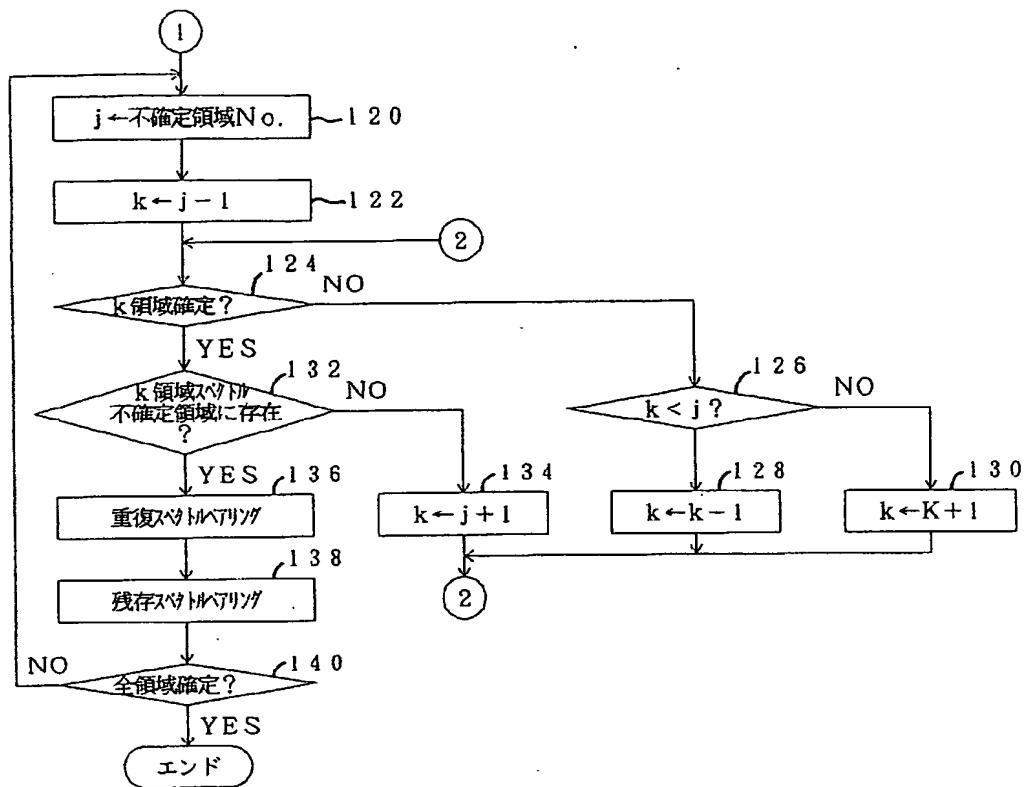
【図 12】



【図13】



【図14】



* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The beat signal generation device which generates a beat signal based on the frequency modulation device which modulates the frequency of a transmission wave with predetermined rate of change, and the reflected wave and transmission wave to a transmission wave, The spectrum analysis result about the beat signal acquired in the process in which have the spectrum analysis device in which the spectral intensity of each frequency component contained in a beat signal is detected, and the frequency of said transmission wave rises, In the FM-CW radar which detects the distance to the object which reflects said transmission wave, and the relative velocity of this object combining the spectrum analysis result about the beat signal acquired in the process in which the frequency of said transmission wave descends A scan means to make said transmission wave scan a predetermined detection field, and the peak spectrum contained in the spectrum analysis result obtained in the process in which the frequency of said transmission wave rises, The FM-CW radar installation characterized by having the spectrum pairing means which carries out pairing of the peak spectrum contained in the spectrum analysis result obtained in the process in which the frequency of said transmission wave descends based on the scan angle data of said scan means.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to a FM-CW radar installation, and relates to a FM-CW radar installation suitable as equipment which detects two or more objects which exist ahead [car] especially with a sufficient precision.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, the technique of realizing the radar installation for mount using an FM-CW radar installation is proposed. For example, according to JP,7-49377,A, the radar installation for steer mold mount using the FM-CW radar installation as a detection device of an object is indicated. The above-mentioned radar installation presumed the location of the precedence vehicle which runs a self-lane top from the run state of a car etc., and is equipped with the function which carries out the steer of the radar antenna of a FM-CW radar installation to the include angle. Since possibility, ROSUTO [a precedence vehicle], can be lowered during transit of a curve according to this configuration, a high object recognition precision can be acquired in the radar installation for mount.

[0003] In a FM-CW radar installation, the transmission wave with which a frequency is fluctuated with predetermined rate of change towards a detection field from a radar antenna is transmitted. If an object exists in a detection field, after the travelling period τ according to the distance of an object and a radar antenna, a reflected wave will reach an object and a reflected wave will be generated. The generated reflected wave reaches after the travelling period τ according to the distance of an object and a radar antenna at a radar antenna.

[0004] Like the above, by mixing the reflected wave which reaches a radar antenna, and the transmission wave in the time, the frequency deviation of a reflected wave and a transmission wave is made into a fluctuation frequency, and the beat signal which has the amplitude according to the reinforcement of a reflected wave is generated in a FM-CW radar installation. If well-known FFT processing is performed to the beat signal generated like the above and frequency analysis is carried out to it, the spectral intensity of each frequency component contained in the beat signal can be obtained. A FM-CW radar installation calculates the relative velocity of the object over the distance and the FM-CW radar installation to an object using the spectrum analysis result (an uphill section spectrum is called hereafter) about the beat signal acquired in the process in which a reflected wave goes up, and the spectrum analysis result (hereafter, it gets down and a section spectrum is called) about the beat signal acquired in the process in which a reflected wave descends.

[0005] When two or more objects exist in the detection field of a FM-CW radar installation, a reflected wave is generated to each object. Thus, generation of two or more reflected waves forms two or more spectrum peaks into the spectrum analysis result of a beat signal. In this case, in order to detect two or more objects correctly, it is necessary to combine two or more spectrum peaks included in an uphill section spectrum, and two or more spectrum peaks which get down and are included in a section spectrum proper.

[0006] An uphill section spectrum and when it gets down and two or more spectrum peaks exist in a section spectrum, the above-mentioned conventional

radar installation for mount performs the correlation operation of the technique of frequency pairing which carries out pairing of the spectrum peak to the order of ** frequency, and the configuration of ** spectrum peak, and is aiming at implementation of proper pairing using the both sides of the technique of correlation pairing which carries out pairing of the mutually related high things.

[0007] When there is no big relative-velocity difference in two or more objects which exist in a detection field, it gets down also into an uphill section spectrum, and also into a section spectrum, the peak spectrum of the small object of a relative distance appears in a low frequency side, and the peak spectrum of the big object of a relative distance appears in a RF side. Therefore, under this situation, exact pairing can be performed by the technique of the above-mentioned **.

[0008] On the other hand, when a big relative-velocity difference exists in two or more objects which exist in a detection field, it may appear in the sequence that get down the inside of an uphill section spectrum, and the spectrum peaks about the same object differ in a section spectrum. In this case, exact pairing cannot be performed by the technique of the above-mentioned **. However, the spectrum peak which appears into an uphill section spectrum, and the spectrum peak which gets down and appears into a section spectrum show high correlation in a configuration, when they are the things resulting from the same object, and when it is not that to which they originate in the same object on the other hand, it does not show high correlation in a configuration. For this reason, after pairing is performed by the technique of the above-mentioned **, it is possible to judge whether proper pairing was performed by asking for whenever [correlation / of the spectrum peak by which pairing was carried out]. Moreover, if pairing is again performed by the technique of the above-mentioned ** when correlation was low and it is distinguished, it is possible to perform exact pairing.

[0009] For this reason, according to the above-mentioned conventional radar installation for mount, when two or more objects exist in exposure within the limits of a FM-CW radar installation, the object of these plurality can be

recognized in a high precision. Moreover, the above-mentioned conventional radar installation for mount can irradiate [be / it / under / car's revolution / including] a self-lane top correctly with a FM-CW radar installation like ****.

Therefore, according to the above-mentioned conventional radar installation for mount, the effectiveness that two or more objects which exist on a self-lane can be detected with a sufficient precision can be acquired.

[0010]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, in order to supervise the car front widely, it is effective to use the radar installation for mount as a scanning radar installation. According to the scanning radar installation which used the FM-CW radar installation for the detection device of an object, it is possible to detect the direction where an object exists to a self-car about each of two or more objects which exist in a comparatively large detection field while the distance to an object and the relative velocity of an object can detect.

[0011] In order to detect the object's over self-car existence direction with a sufficient precision, it goes up for every predetermined scan angle, and it is required a section spectrum and to get down, to calculate a section spectrum and to perform detection processing of an object for every scan angle. For this reason, in order to realize this function (i.e., in order to fully obtain the profits which use the radar installation for mount as a scanning radar installation), it is required to carry out pairing of the uphill section spectrum and the spectrum peak which gets down and is included in a section spectrum which classifies a detection field into two or more fields, performs spectrum analysis about each partition, and is calculated to each partition appropriately.

[0012] The above-mentioned data processing can be performed by performing pairing processing by the technique of ** mentioned above to the spectrum analysis result calculated about all partitions, and **. However, if this data processing is performed, the operation load of the radar installation for mount becomes excessive, and the disadvantageous profit on cost or responsibility arises. In this semantics, the operation technique of the above-mentioned

conventional equipment was not necessarily the optimal operation technique in the scanning radar installation which used the FM-CW radar installation.

[0013] This invention is made in view of the above-mentioned point, and aims at offering the FM-CW radar installation which solves the above-mentioned technical problem by performing simply pairing of the spectrum peak included in an uphill section spectrum, and the spectrum peak which gets down and is included in a section spectrum using the data of a scan angle.

[0014]

[Means for Solving the Problem] The frequency modulation device which modulates the frequency of a transmission wave with predetermined rate of change so that the above-mentioned purpose may be indicated to claim 1, The beat signal generation device which generates a beat signal based on the reflected wave and transmission wave to a transmission wave, The spectrum analysis result about the beat signal acquired in the process in which have the spectrum analysis device in which the spectral intensity of each frequency component contained in a beat signal is detected, and the frequency of said transmission wave rises, In the FM-CW radar which detects the distance to the object which reflects said transmission wave, and the relative velocity of this object combining the spectrum analysis result about the beat signal acquired in the process in which the frequency of said transmission wave descends A scan means to make said transmission wave scan a predetermined detection field, and the peak spectrum contained in the spectrum analysis result obtained in the process in which the frequency of said transmission wave rises, It is attained by the scan radar installation for mount equipped with the spectrum pairing means which carries out pairing of the peak spectrum contained in the spectrum analysis result obtained in the process in which the frequency of said transmission wave descends based on the scan angle data of said scan means.

[0015] In this invention, a transmission wave is irradiated in the direction of a scan angle determined by the scan means. If an object exists in the direction of radiation of a transmission wave, the beat signal with which the distance to an

object and the relative velocity of an object were reflected will be generated. If frequency analysis of the beat signal acquired in the process in which the frequency of a transmission wave rises is carried out, an uphill section spectrum will be obtained. Moreover, if frequency analysis of the beat signal acquired in the process in which the frequency of a transmission wave descends is carried out, it will get down and a section spectrum will be obtained. The distance to the object used as the reason of those spectrum peaks and the relative velocity of the object are reflected in the spectrum peak included in an uphill section spectrum, and the spectrum peak which gets down and is included in a section spectrum. An uphill section spectrum and when it gets down and two or more spectrum peaks are included in the section spectrum, it becomes possible about two or more objects by combining a spectrum peak appropriately to detect the distance to an object, and the relative velocity of an object. In this invention, an uphill section spectrum and a going-down section spectrum are calculated for every scan angle. It gets down and a spectrum pairing means carries out pairing of the spectrum peak in a section spectrum to the spectrum peak in the uphill section spectrum calculated to each scan angle based on scan angle data. As a result of taking scan angle data into consideration, pairing of a spectrum peak becomes easy.

[0016]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 shows the system configuration Fig. of the scan radar installation for mount which is one example of this invention. The equipment of this example is controlled by the electronic control unit 10 (ECU for radars is called hereafter) for radars, and the environmental recognition vehicle speed control electronic control unit 12 (the environmental recognition ECU is called hereafter).

[0017] The radar antenna 14 and the scan controller 16 are connected to ECU10 for radars. The radar antenna 14 is FM-CW (Frequency Modulation-Continuous Wave). It is arranged so that revolving-shaft 14a which is the component of a radar, for example, is prolonged in the direction of a vertical near the front grille

of a car can be rotated as a core. The radar antenna 14 is an antenna which has directivity, is predetermined exposure within the limits, and transmits and receives a signal.

[0018] The scanner 18 is connected with the radar antenna 14. A scanner 18 is equipment which makes the radar antenna 14 rock, and feedback control is carried out by the scan controller 16. The scan angle signal is supplied to the scan controller 16 from ECU10 for radars. For the scan KONN troller 16, the scan angle of the radar antenna 14 is command angle θ_S from ECU10 for radars. Feedback control of the scanner 18 is carried out so that it may be in agreement. ECU10 for radars is command angle θ_S of a scan angle so that the predetermined detection field ahead of a car may be scanned at a predetermined rate by the radar antenna 14. It is made to fluctuate a predetermined period.

[0019] By performing suitable processing for the signal supplied from the radar antenna 14, ECU10 for radars detects the object which exists in the detection field ahead of a car, and supplies the detection result to the environmental recognition ECU 12. The alarm 20, the brake 22, and the throttle 24 are connected to the environmental recognition ECU 12. When the object is ahead [car] close, the environmental recognition ECU 12 drives an alarm 20, a brake 22, or a throttle 24 according to the logic set up beforehand, and it aims at moderation of a car while it calls car crew's attention.

[0020] Drawing 2 shows the block block diagram which expressed ECU10 for radars functionally. ECU10 for radars is equipment constituted considering a microcomputer as a subject. If ECU10 for radars is expressed functionally, as shown in drawing 2 , it can divide and express to the scan angle control section 26, the radar signal-processing section 28, and the object recognition section 30. The scan angle control section 26 is a block which supplies a scan angle signal to the scan controller 16 mentioned above. Scan angle command value θ_S contained in a scan angle signal It changes synchronizing with the control timing of the radar signal-processing section 28.

[0021] The radar signal-processing section 28 constitutes an FM-CW radar with the radar antenna 14. When an object exists in the direction of a scan angle of the radar antenna 14, the signal about the object is supplied to the radar signal-processing section 28. When this signal is supplied, the radar signal-processing section 28 generates the spectrum analysis result in which the distance between two cars of an object and a self-vehicle and relative velocity were reflected, matches the result with a scan angle, and supplies it to the object recognition section 30. In addition, about the configuration of the radar signal-processing section 28, it explains in full detail with reference to drawing 3 behind.

[0022] Based on the spectrum analysis result supplied from the radar signal-processing section 28, the object recognition section 30 calculates the data about an object to scan each **, and calculates the location of the object which exists in the detection field set up ahead [car] from the result of an operation, the distance to an object, and the relative velocity of an object. The system of this example has the description at the point that the object recognition section 30 processes the spectrum analysis result supplied from the radar signal-processing section 28 by the below-mentioned technique.

[0023] Drawing 3 shows the block block diagram which expressed functionally the radar signal-processing section 28 mentioned above. The radar antenna 14 mentioned above functions as transmitting antenna 14b and receiving-antenna 14c, as shown in drawing 3 . The subcarrier generating circuit 32 with which the radar signal-processing section 28 is equipped, the frequency modulation circuit 34, the modulation electrical-potential-difference generating circuit 36, and a directional coupler 38 constitute the transmitting-side circuit of a FM-CW radar.

[0024] The subcarrier generating circuit 32 generates the subcarrier of predetermined frequency, and supplies the carrier signal to the frequency modulation circuit 34. On the other hand, the modulation electrical-potential-difference generating circuit 36 generates the triangular wave from which the amplitude changes in the shape of a triangle, and supplies the triangular wave to the frequency modulation circuit 34. The frequency modulation circuit 34 carries

out the frequency modulation of the subcarrier supplied from the subcarrier generating circuit 32 by making into a modulating signal the triangular wave supplied from the modulation electrical-potential-difference generating circuit 36. [0025] The wave shown as a continuous line in drawing 4 (A) shows the change condition of the frequency of the signal which appears in the output terminal of the frequency modulation circuit 34. As a result of performing the frequency modulation mentioned above, as a continuous line shows in drawing 4 (A), the modulated wave signal modulated in the shape of a triangular wave with time amount progress with predetermined range-of-fluctuation Δf and modulation frequency f_m (fluctuation period of the triangular wave by which $=1/T$; T is emitted from the modulation electrical-potential-difference generating circuit 36) appears in the output terminal of the frequency modulation circuit 34. The modulated wave signal which appears in the output terminal of the frequency modulation circuit 34 is supplied to the mixer 40 later mentioned while transmitting antenna 14b is supplied through a directional coupler 38.

[0026] The modulated wave signal supplied to transmitting antenna 14b is transmitted in the direction of a scan angle of transmitting antenna 14b like ****. If an object exists in this direction of a scan angle, a sending signal will be reflected by the object and the reflected wave will be received by receiving-antenna 14c. The mixer 40 is connected to receiving-antenna 14c. The radar signal-processing section 28 is equipped with the mixer 40, the amplifying circuit 42, the filter 44, and the fast-Fourier-transform processing circuit 46 (an FFT digital disposal circuit is called hereafter) as a receiving circuit of a FM-CW radar. The signal received by receiving-antenna 14c is changed into the data which are processed by this receiving circuit and express the distance between two cars and relative velocity of an object and a car.

[0027] The wave shown with a broken line and an alternate long and short dash line in drawing 4 (A) shows the change condition of the frequency of the reflective signal supplied to a mixer 40 from receiving-antenna 14c, respectively. In a mixer 40, the beat signal which makes both frequency difference a fluctuation

frequency is generated by mixing this reflective signal and the sending signal supplied from a directional coupler 38.

[0028] Drawing 4 (B) shows the change condition of the frequency of this beat signal. Hereafter, as shown in drawing 4 (B), it gets down from the frequency of the beat signal generated in the section when the frequency of the beat signal generated in the section when the frequency of a sending signal rises is gone up at, and a frequency f_{up} and the frequency of a sending signal descend, and a frequency f_{down} is called.

[0029] After the beat signal generated with a mixer 40 is amplified in an amplifying circuit 42, it is supplied to a filter 44. A filter 44 divides into the beat signal of the rise section, and the beat signal of a trailing edge the beat signal supplied from the amplifying circuit 42. Both the separated beat signals are supplied to the FFT digital disposal circuit 46. the FFT digital disposal circuit 46 -- the beat signal of each section -- FFT processing -- giving -- the power spectrum (an uphill section spectrum is called hereafter) about the going-up frequency f_{up} - - and it gets down and the power spectrum (hereafter, it gets down and a section spectrum is called) about a frequency f_{down} is computed.

[0030] Drawing 5 (A) shows the uphill section spectrum calculated by the FFT digital disposal circuit 46, when two objects exist in the direction of a scan angle of the radar antenna 14. Moreover, drawing 5 (B) shows the going-down section spectrum computed by the FFT digital disposal circuit 46 under the same environment.

[0031] When two or more objects exist in the direction of a scan angle of the radar antenna 14, the reflected wave about each object is received by receiving-antenna 14c. In this case, in a mixer 40, a beat signal is formed about each of two or more input signals. Consequently, in the FFT digital disposal circuit 46, the power spectrum which has two or more peaks is detected.

[0032] By the way, supposing there is no relative velocity between a car and an object, between the transmission wave transmitted from transmitting antenna 14b, and the reflected wave which reaches receiving-antenna 14c, the phase contrast

according to the time amount which takes between an object and cars for a signal to spread will arise. In this case, since the frequency of a reflected wave is not overlapped on a doppler shift, the wave showing the frequency drift of a reflected wave turns into a wave which only carried out the parallel displacement of the wave of a sending signal in time, as an alternate long and short dash line shows in drawing 4 (A). Therefore, as it gets down with the going-up frequency f_{up} and an alternate long and short dash line shows a frequency f_{down} in drawing 4 (B), it both becomes an equal value. Under the present circumstances, both f_{up} and f_{down} serve as a value corresponding to the distance between two cars of an object and a car.

[0033] On the other hand, when relative velocity V_r exists between a car and an object, the frequency of a reflected wave is overlapped on the doppler shift according to relative velocity V_r . For this reason, when it is in the inclination for an object and a car to approach, for example, on the whole, the frequency of a reflected wave shifts to a RF side. Consequently, the wave showing the frequency of a reflected wave turns into a wave which carried out the parallel displacement of the wave (wave shown with the one-point finger chain line among drawing) which carried out the parallel displacement in time according to distance to the RF side further, as a broken line shows in drawing 4 (A).

[0034] If the frequency of a reflected wave is shifted to a RF side like the above, compared with the case where relative velocity V_r is "0", f_{up} will be small, and f_{down} will be changed greatly. Under the present circumstances, if the average of f_{up} and f_{down} is calculated as shown in a degree type, the doppler shift component superimposed on f_{up} and the doppler shift component superimposed on f_{down} offset each other, and the characteristic value corresponding to the distance between two cars of an object and a car can be acquired.

[0035]

$f_r = (f_{up} + f_{down})/2 \dots (1)$ The deflection of f_{up} and f_{down} is equivalent to the sum with the doppler shift component superimposed on the doppler shift component superimposed on f_{up} , and f_{down} again. Therefore, if one half of the values of

both deflection are calculated as shown in a degree type, the value will turn into a characteristic value corresponding to the doppler shift component resulting from the relative velocity of a car and an object.

[0036]

$f_d = (f_{\text{down}} - f_{\text{up}})/2 \dots (2)$ In this example, if the object which has relative velocity V_r exists in the location which estranged only distance L when f_m and modulation width of face are [the center frequency of the modulated wave signal which the frequency modulation circuit 34 generates / Δf and the velocity of propagation of a sending signal] high speeds c for f_0 and modulation frequency, the relation shown in a degree type is materialized.

[0037]

$f_r = 4 f_m - \Delta f - L/c \dots (3)$ $f_d = 2 V_r - f_0 / c \dots (4)$ Therefore, when the spectrum peak which gets down with the spectrum peak showing the going-up frequency f_{up} in the FFT digital disposal circuit 46, and expresses a frequency f_{down} is acquired, They are substituted for the above-mentioned (1) formula and (2) types, and it is f_r . And f_d It asks, and further, if the operation value is assigned to the above-mentioned (3) formula and (4) types, it can ask for the distance between two cars L and relative velocity V_r about the object which exists in the direction of a scan angle of the radar antenna 14.

[0038] Like ****, drawing 5 (A) and drawing 5 (B) are as a result of [in case two objects exist in the direction of a scan angle of the radar antenna 14] spectrum analysis. More specifically, the spectrum which appears in the location of a frequency FMU1 in drawing 5 (A), and the spectrum which appears in the location of a frequency FMd1 in drawing 5 (B) are the peaks which originated and appeared in the object of 1 which exists in the direction of a scan angle.

Moreover, the spectrum which appears in the location of a frequency FMU2 in drawing 5 (A), and the spectrum which appears in the location of a frequency FMd2 in drawing 5 (B) are the peaks which originated and appeared in other objects which exist in the direction of a scan angle.

[0039] When the **** spectrum analysis result shown in drawing 5 is obtained,

while being able to ask for the distance between two cars L about the object of 1, and relative velocity V_r by performing the operation using the above-mentioned (1) - (4) type combining FMU1 and FMd1, it can ask for the distance between two cars L about other objects, and relative velocity V_r by performing the same operation combining FMU2 and FMd2. Thus, in the system of this example, the data about two or more objects can be obtained from the spectrum analysis result of a lot.

[0040] The radar antenna 14 is scanned by the scanner 18 like ****. Drawing 6 shows the field set up as a scan field of the radar antenna 14 in the car 48 carrying the system of this example. As shown in drawing 6, in this example, the field which has every 10 degrees breadth right and left to the axis of the cross direction of a car 48 is made into the field scanned by the radar antenna 14, i.e., the detection field of an object. In addition, it sets to the following explanation and is scan angle θ_S about a left-hand side field to the axis of a car 48. It is scan angle θ_S about a right-hand side field to a negative field and the axis of a car 48. It considers as a forward field.

[0041] Drawing 7 is scan angle θ_S of the radar antenna 14. Relation with the frequency f of a sending signal is shown. Like ****, it synchronizes with processing of the radar signal-processing section 28 in the system of this example, and is scan angle θ_S of the radar antenna 14. It is controlled. More specifically, the radar antenna 14 is scan angle θ_S , while the frequency f of a sending signal changes by one period, as shown in drawing 7 R> 7. It is controlled so that 0.5 degrees changes. Moreover, in this example, the radar antenna 14 is controlled so that a -10 degrees - +10 degrees field is scanned every about 100 msec(s).

[0042] According to the system of this example, the data about an object can be calculated by getting down with an uphill section spectrum and detecting 1 set of section spectrum. Like the above, while the frequency f of a sending signal changes by one period, it is scan angle θ_S . If 0.5 degrees changes, it is scan angle θ_S . Whenever 0.5 degrees changes, it can get down with the uphill

section spectrum of a lot, and a section spectrum can be obtained. Therefore, according to the system of this example, whenever 0.5 degrees of radar antennas 14 are scanned, the data about an object can be calculated.

[0043] That is, in the system of this example, the detection field of the car 48 front is classified into the detection field of 40 every 0.5 degrees, and while scanning the field whose radar antenna 14 is scan angle θ_S -10 degree-+10 degree, 40 sets of spectrum analysis results shown in above-mentioned drawing 5 (A) and (B) among about 100 msec(s) can be obtained. The radar antenna 14 follows on being scanned and the radar signal-processing section 28 mentioned above is scan angle θ_S of the radar sensor 20 about these 40 sets of spectrum analysis results. The object recognition section 30 is supplied in the condition of having matched.

[0044] Drawing 8 shows the condition that objects 50 and 52 exist ahead of [in which the system of this example is carried] a car. An object 50 is an anchorage like the pole of a guard rail, and an object 52 is a precedence vehicle while running a path on the street. Like ****, in the system of this example, whenever 0.5 degrees of radar antennas 14 are scanned, the spectrum analysis result of a lot is obtained. Moreover, the radar antenna 14 has predetermined breadth, and sends and receives a transceiver wave. For this reason, the detection field secured by scanning 0.5 degrees of radar antennas 14 serves as range which added the breadth of the transceiver wave which the radar antenna 14 sends and receives to the range of 0.5 degrees. The boundary line shown as a continuous line in drawing 8 R> 8 shows the boundary line (a field partition line is called hereafter) which classifies a detection field every 0.5 degrees. Moreover, the boundary line shown with a broken line in drawing 8 shows the breadth range of the transceiver wave of the radar antenna 14 in case the scanning direction of the radar antenna 14 laps with a field partition line.

[0045] When the scanning direction of the radar antenna 14 changes to the condition of lapping with the field partition line which adjoins the right-hand side of the field partition line from the condition of lapping with the field partition line

expressed most with left-hand side in drawing 8 , it means that the range shown by ** in drawing 8 was scanned. Similarly, whenever 0.5 degrees of scanning directions of the radar antenna 14 change henceforth, the field shown by ** in drawing 8 one by one, the field shown by **, and the field shown by ** are scanned. These field ** -.** have the part which laps with an adjoining field. Therefore, the object located near the boundary section of each field will be detected as an object in two fields.

[0046] In the situation shown in drawing 8 , an object 50 exists in the duplication field of field ** and field **. Moreover, an object 52 exists in the duplication field of field ** and field **. Therefore, in field ** and field **, an object 52 will be detected for an object 50 in field ** and **, respectively.

[0047] Drawing 9 (A) and drawing 9 (B) express the uphill section spectrum and going-down section spectrum to field **, respectively. Into these spectrum analysis results, the peak spectrums Su50 and Sd50 resulting from an object 50 appear. Since an object 50 is the body fixed to a path on the street, a big relative velocity exists between the cars and objects 50 carrying the system of this example. For this reason, the location where the peak spectrum Su50 appears into an uphill section spectrum, and the location where it gets down and the peak spectrum Sd50 appears into a section spectrum are estranged comparatively.

[0048] Drawing 10 (A) and drawing 10 (B) express the uphill section spectrum and going-down section spectrum to field **, respectively. In addition to the peak spectrums Su50 and Sd50 resulting from an object 50, into these spectrum analysis results, the peak spectrums Su52 and Sd52 resulting from an object 52 appear. Since the object 52 is running a path on the street, so big a relative velocity does not exist between the cars and objects 52 carrying the system of this example. For this reason, the location where the peak spectrum Su52 appears into an uphill section spectrum, and the location where it gets down and the peak spectrum Sd52 appears into a section spectrum are comparatively close.

[0049] Drawing 11 (A) and drawing 11 (B) express the uphill section spectrum

and going-down section spectrum to field **, respectively. Into these spectrum analysis results, only the peak spectrums Su50 and Sd50 resulting from an object 52 appear. Moreover, drawing 12 (A) and drawing 12 (B) express the uphill section spectrum and going-down section spectrum to field **, respectively. Since an object does not exist in field **, a peak spectrum does not appear into these spectrum analysis results.

[0050] As shown in above-mentioned drawing 9 (A) and drawing 9 (B) or above-mentioned drawing 11 (A), and drawing 11 (B), an uphill section spectrum and when it gets down and every one peak spectrum appears in a section spectrum, respectively, it can ask for the data about an object correctly by performing the operation based on the above-mentioned (1) - (4) type combining those spectrum peaks simply.

[0051] However, as shown in above-mentioned drawing 10 (A) and drawing 10 (B), an uphill section spectrum and when it gets down and two or more spectrum peaks exist in a section spectrum, respectively, it is required to perform pairing of a spectrum peak. When a big relative-velocity difference exists in two or more objects detected by coincidence like the objects 50 and 52 mentioned above, the sequence which gets down with the sequence which the peak spectrum resulting from those objects goes up, and appears into a section spectrum, and appears into a section spectrum may be reversed. Therefore, an exact combination may not be acquired depending on only carrying out pairing of two or more peak spectrums to the order of a frequency.

[0052] This example is scan angle thetaS, when two or more peak spectrums in the inside of a specific scan field are detected. By performing pairing of a peak spectrum in consideration of an element, it has the description at the point that this pairing can be performed easily and correctly. Hereafter, with reference to drawing 13 and drawing 14, the technique of pairing performed in this example is explained.

[0053] Drawing 13 and drawing 14 show the flow chart of an example of the control routine which ECU10 for radars performs that the above-mentioned

function should be realized. The routine shown in drawing 13 and drawing 14 is a routine started every about 100 msec(s), whenever the scan of the radar antenna 14 is started.

[0054] Starting of the routine shown in drawing 13 and drawing 14 carries out the increment of the counter *i* in step 100 first. Counter *i* is a counter showing the number of the field scanned by the radar antenna 14, and "0" is set by the initial setting. Therefore, in step 100, *i* is set to "1" immediately after starting this routine.

[0055] At step 102, it is distinguished whether the data input about Field *i* was completed, or the scan of Field *i* was completed. After the data input is not yet completed, when it is distinguished, distinction of the repeat step 102 is performed until it is distinguished that the data input was completed. If it is distinguished that the data input was completed, in step 104, an uphill section spectrum and signal processing for getting down and obtaining a section spectrum will be performed.

[0056] Termination of processing of the above-mentioned step 104 distinguishes [next] whether the number of the peak spectrums contained in a spectrum analysis result is larger than "1" in step 106. The number of peaks is not larger than "1", namely, when it is distinguished that the number of peaks is "1", it is combining simply the peak spectrum contained in an uphill section spectrum, and the peak spectrum which gets down and is contained in a section spectrum, and exact pairing is obtained. For this reason, when the above-mentioned distinction is made, henceforth, steps 108 and 110 are jumped and processing of step 112 is performed.

[0057] In the above-mentioned step 106, when the number of peaks was larger than "1" and it is distinguished, in step 108, pairing of the peak spectrum contained in an uphill section spectrum and the peak spectrum which gets down and is contained in a section spectrum is carried out to the order of a frequency. Next, in step 110, it is distinguished whether it is more than threshold α_{TH} predetermined in whenever [correlation / of the peak spectrum by which pairing was carried out]. Whenever [correlation / of a peak spectrum] is calculated

based on the configuration of a peak spectrum etc. When the peak spectrum by which pairing was carried out is what both originates in the same object, whenever [high correlation] is obtained. In this case, the conditions of the above-mentioned step 110 are satisfied. On the other hand, when the peak spectrum by which pairing was carried out is a thing resulting from a different object, whenever [low correlation] calculates. In this case, the conditions of the above-mentioned step 110 become abortive.

[0058] When the conditions of the above-mentioned step 110 were satisfied and it is distinguished, based on the peak spectrum by which was judged that pairing of two or more peak spectrums was carried out appropriately, next pairing was carried out in step 112, the relative velocity V_r of the object over the distance between two cars L and the self-car of the data about an object, i.e., an object and a self-car, calculates, and those operation values are memorized with the number i of a scan field.

[0059] On the other hand, when it is distinguished that the conditions of the above-mentioned step 110 are abortive, two or more peak spectrums are judged that pairing is not carried out appropriately, and spectrum information is held in step 114. In this example, the number i of a scan field, the level of a peak spectrum, and the location (frequency) where a peak spectrum is detected are held as spectrum information.

[0060] Termination of the above-mentioned processing distinguishes next whether Counter i has reached the predetermined value n in step 116. The predetermined value n is a number given to the last scan field. When $i \geq n$ is abortive, the data collection about all scan fields is judged to yet have not ended. In this case, processing of the repeat above-mentioned steps 100-114 is performed until it will be distinguished, if the conditions which become $i \geq n$ are satisfied. On the other hand, when $i \geq n$ was materialized and it is distinguished, it is judged that the data collection about all scan fields was completed. In this case, after Counter i is reset by "0" in step 118, processing after step 120 shown in drawing 14 is performed.

[0061] At step 120, the number of the field of one is substituted for Variable j among the fields where spectrum information was held at the above-mentioned step 114, i.e., the field where the combination of a peak spectrum is not decided, (an indefinite field is called hereafter). In addition, the field of 1 is determined as the field where a number is the smallest, the field where a number is the biggest, or the field which corresponds ahead of a self-car among indefinite fields.

[0062] "j-1" is substituted for Variable k at step 122. Next, at step 124, it is distinguished whether the combination of the peak spectrum of Field k is decided. When Field k is an indefinite field, it is distinguished that the above-mentioned conditions are abortive. In this case, henceforth, in step 126, it is distinguished whether k is small as compared with j, and processing of step 128 or step 130 is performed according to that distinction result. Like ****, Variable k is set as j-1 at the beginning. If k is j-1, the conditions of the above-mentioned step 126 will be satisfied. In this case, after the decrement of the k is henceforth carried out in step 128, processing of the above-mentioned step 124 is performed again. In this case, distinction of being a definite field is performed about the field where a number is one by one more small until it is distinguished that Field k is a definite field. Moreover, Variable k may be set as j+1 under a specific situation like the after-mentioned. After it is distinguished in this case that the conditions of the above-mentioned step 126 are abortive and the increment of the k is carried out at step 130, processing of the above-mentioned step 124 is performed again. In this case, distinction of being a definite field is performed about the field where a number is one by one more big until it is distinguished that Field k is a definite field.

[0063] In the above-mentioned step 124, when it is distinguished that Field k is a definite field, in step 132, it is distinguished whether it exists in the indefinite field to which the peak spectrum contained in k field, i.e., a definite field, adjoins k field. If the peak spectrum (a duplication peak is called hereafter) which overlaps both exists, based on the combination of the already decided peak spectrum, pairing of the peak spectrum of an indefinite field can be carried out easily and correctly.

On the other hand, when both do not have duplication, the pair rig by the technique of starting cannot be done. In this case, in step 134, $j+1$ is substituted for Variable k , and retrieval of the definite field which has a big number as compared with Field j is started henceforth.

[0064] In the above-mentioned step 132, when the duplication peak existed in the indefinite field and it is distinguished, in step 136, processing which carries out pairing of the duplication peak in the spectrum analysis result of an indefinite field is performed. If pairing of the duplication peak is carried out, the number of peaks which remains in the spectrum analysis result of an indefinite field will decrease, and pairing will become easy. Henceforth, pairing of the peak spectrum which remains in the spectrum analysis result of an indefinite field is carried out by the technique of frequency pairing, and the technique of correlation pairing at step 138.

[0065] Termination of the above-mentioned processing distinguishes [next] whether the peak spectrum was decided about all fields in step 140.

Consequently, if an indefinite field still exists, when being distinguished, processing after the above-mentioned step 120 is performed again. On the other hand, this routine is ended when being distinguished, if the peak spectrum of all fields is already decided.

[0066] According to above-mentioned processing, when the combination of a proper peak spectrum is not acquired depending on the technique of frequency pairing, based on the spectrum analysis result of other fields contiguous to the field, pairing of some peak spectrums contained in the spectrum analysis result of an indefinite field can be carried out correctly. If the number of the indefinite peaks included by this pairing all over an indefinite field decreases, it will become possible to carry out pairing of the peak spectrum which remains easily as compared with the case where all peak spectrums are indefinite peaks.

Therefore, according to the system of this example, it is possible to carry out pairing of the peak spectrum of a large number contained in two or more spectrum analysis results easily and certainly. The system of this point and this

example has the effectiveness that the function to detect an object correctly in a large detection field can be realized, without being accompanied by the disadvantageous profit on cost and responsibility.

[0067] In the above-mentioned example In addition, the inside of the radar signal-processing section 28 of ECU10 for radars, In the frequency modulation device which the subcarrier generating circuit 32, the frequency modulation circuit 34, and the modulation electrical-potential-difference generating circuit 36 described above The spectrum analysis device which the filter 44 and the FFT digital disposal circuit 46 described above to the beat signal generator style which the mixer 40 and the amplifying circuit 42 described above, Moreover, it is equivalent to the scan means which the scan angle control section 26 of the scan controller 16, a scanner 18, and ECU10 for radars described above, respectively.

Furthermore, in the above-mentioned example, when ECU10 for radars performs processing of the above-mentioned steps 120-136, the above mentioned spectrum pairing means is realized.

[0068]

[Effect of the Invention] Like ****, according to this invention, it goes up for every scan angle, and it gets down, a section spectrum calculates and a section spectrum and the data about an object are called for for every scan angle.

Therefore, the location of two or more objects which exist in a large detection field as compared with the exposure range of a transmission wave is correctly detectable. Moreover, according to this invention, in case pairing of the spectrum peak is carried out, scan angle data are used. For this reason, as compared with the case where scan angle data are not used, it becomes possible to carry out pairing of the spectrum peak easily.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the system configuration Fig. of the FM-CW radar installation which is one example of this invention.

[Drawing 2] It is the block block diagram of ECU for radars used for the FM-CW radar installation shown in drawing 1 .

[Drawing 3] It is the block block diagram of the radar signal-processing section which is the component of ECU for radars shown in drawing 2 .

[Drawing 4] Drawing 4 (A) is a wave showing change of the frequency of the signal transmitted and received by the radar antenna. Drawing 4 (B) is the wave of the peak signal detected in ECU for radars.

[Drawing 5] Drawing 5 (A) is spectrum data showing an uphill frequency. Drawing 5 (B) is spectrum data which get down and express a frequency.

[Drawing 6] It is drawing showing the detection range of the FM-CW radar installation shown in drawing 1 .

[Drawing 7] It is a wave showing the relation of the scan include angle of a FM-CW radar installation and the frequency of a transmission wave which are shown in drawing 1 .

[Drawing 8] It is drawing showing the scan field of the FM-CW radar installation shown in the object which exists ahead of a car, and drawing 1 .

[Drawing 9] Drawing 9 (A) is an example of the uphill section spectrum obtained to ** field shown in drawing 8 . Drawing 9 (B) is an example of the going-down

section spectrum obtained to ** field shown in drawing 8.

[Drawing 10] Drawing 10 (A) is an example of the uphill section spectrum obtained to ** field shown in drawing 8 . Drawing 10 (B) is an example of the going-down section spectrum obtained to ** field shown in drawing 8 .

[Drawing 11] Drawing 11 (A) is an example of the uphill section spectrum obtained to ** field shown in drawing 8 . Drawing 11 (B) is an example of the going-down section spectrum obtained to ** field shown in drawing 8 .

[Drawing 12] Drawing 12 (A) is an example of the uphill section spectrum obtained to ** field shown in drawing 8 . Drawing 12 (B) is an example of the going-down section spectrum obtained to ** field shown in drawing 8 .

[Drawing 13] It is the flow chart (the 1) of an example of the control routine performed in ECU for radars with which the FM-CW radar installation shown in drawing 1 is equipped.

[Drawing 14] It is the flow chart (the 2) of an example of the control routine performed in ECU for radars with which the FM-CW radar installation shown in drawing 1 is equipped.

[Description of Notations]

10 Electronic Control Unit for Radars (ECU for Radars)

12 Environmental Recognition Vehicle Speed Control Electronic Control Unit
(Environmental Recognition Vehicle Speed Control ECU)

14 Radar Antenna

16 Scan Controller

18 Scanner

26 Scan Angle Control Section

28 Radar Signal-Processing Section

30 Object Recognition Section

48 Car

50 52 Object

[Translation done.]

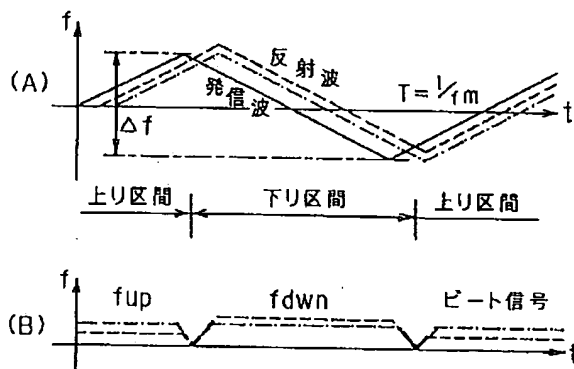
* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

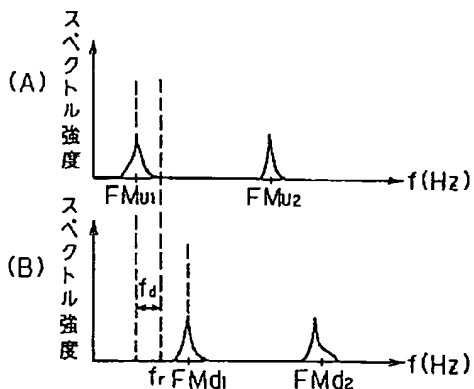
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

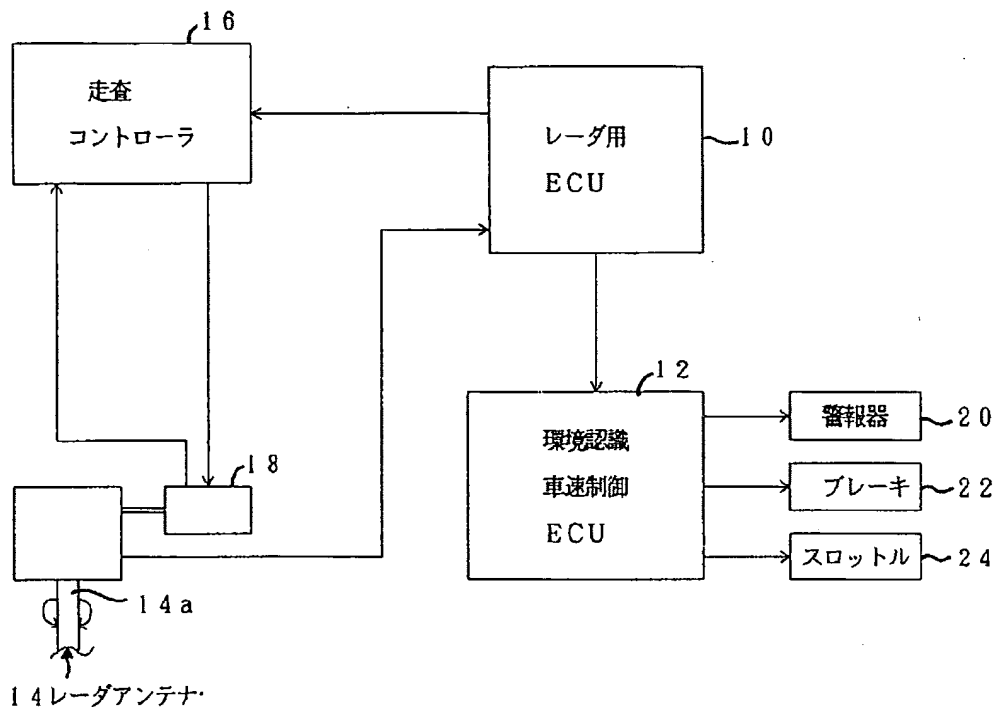
[Drawing 4]



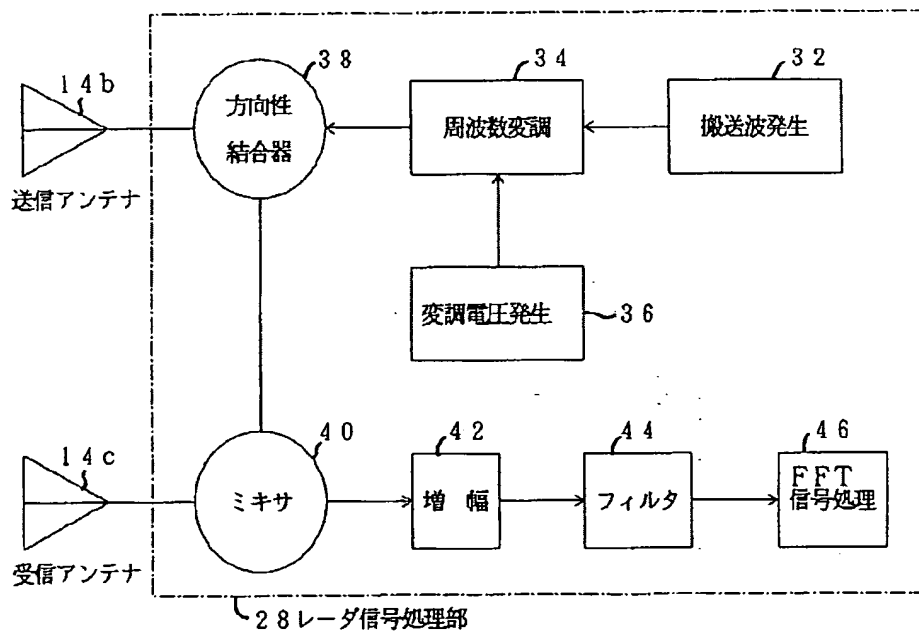
[Drawing 5]



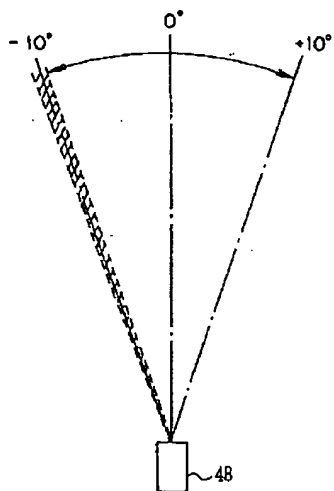
[Drawing 1]



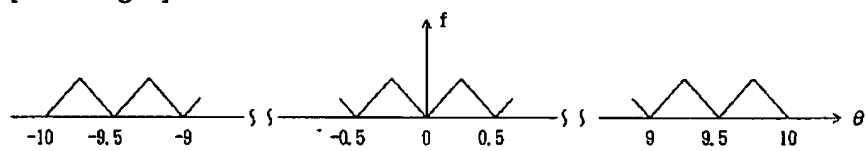
[Drawing 3]



[Drawing 6]

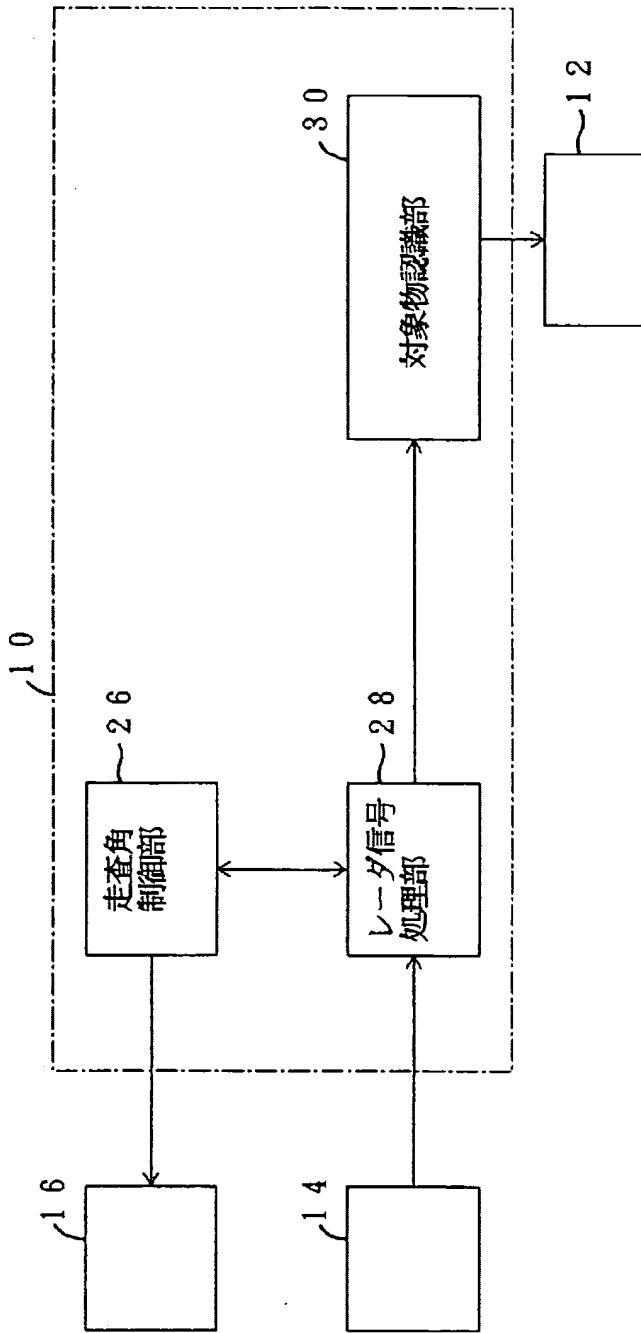
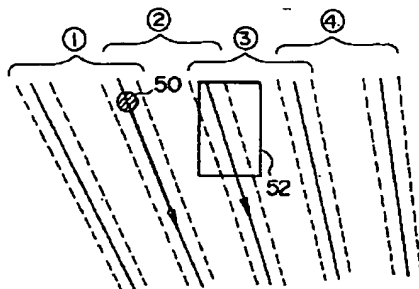


[Drawing 7]

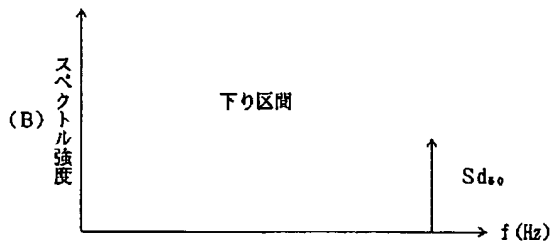
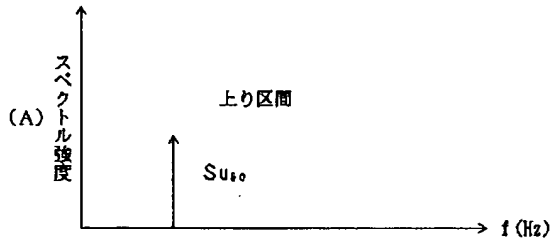


[Drawing 2]

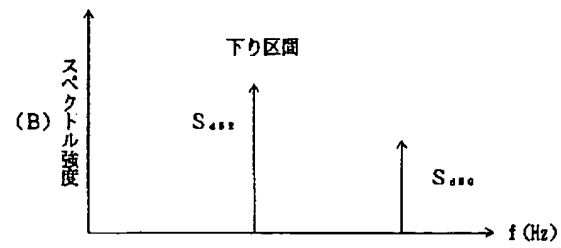
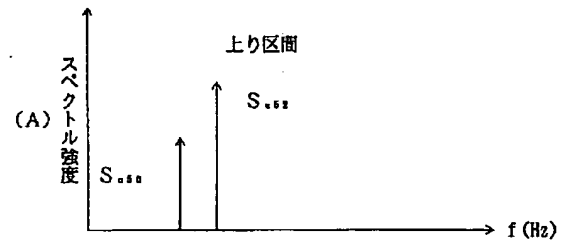
[Drawing 8]



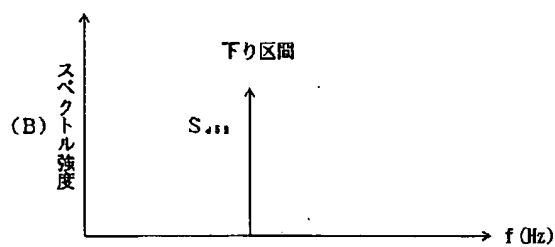
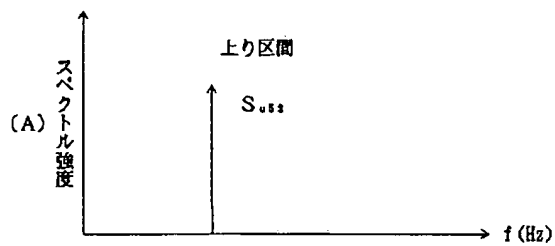
[Drawing 9]



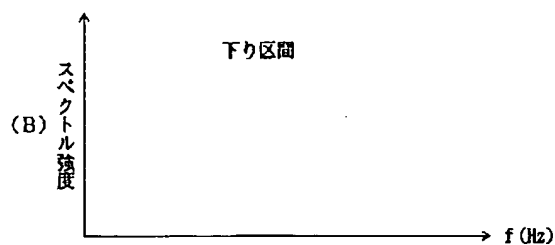
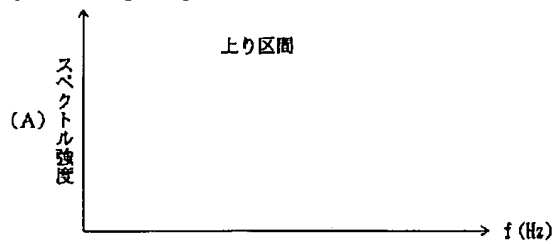
[Drawing 10]



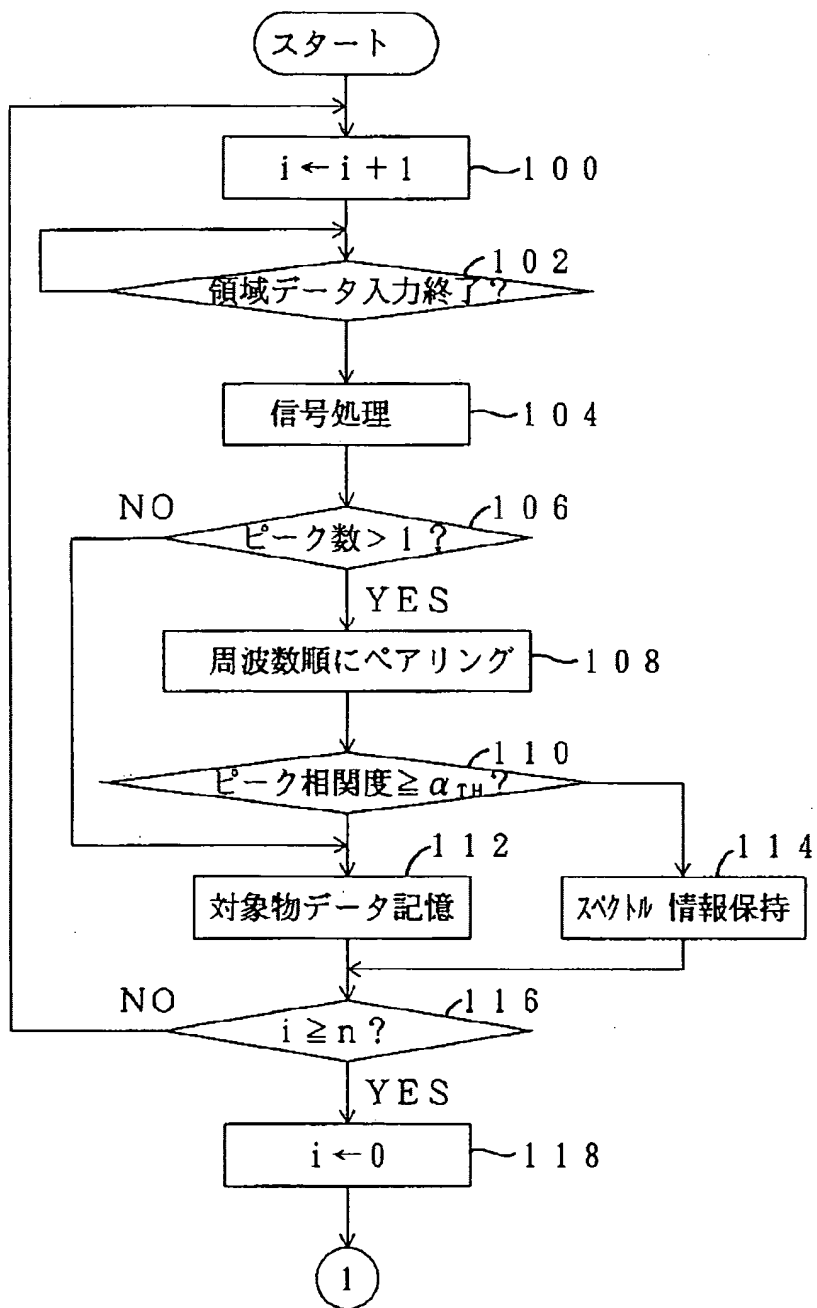
[Drawing 11]



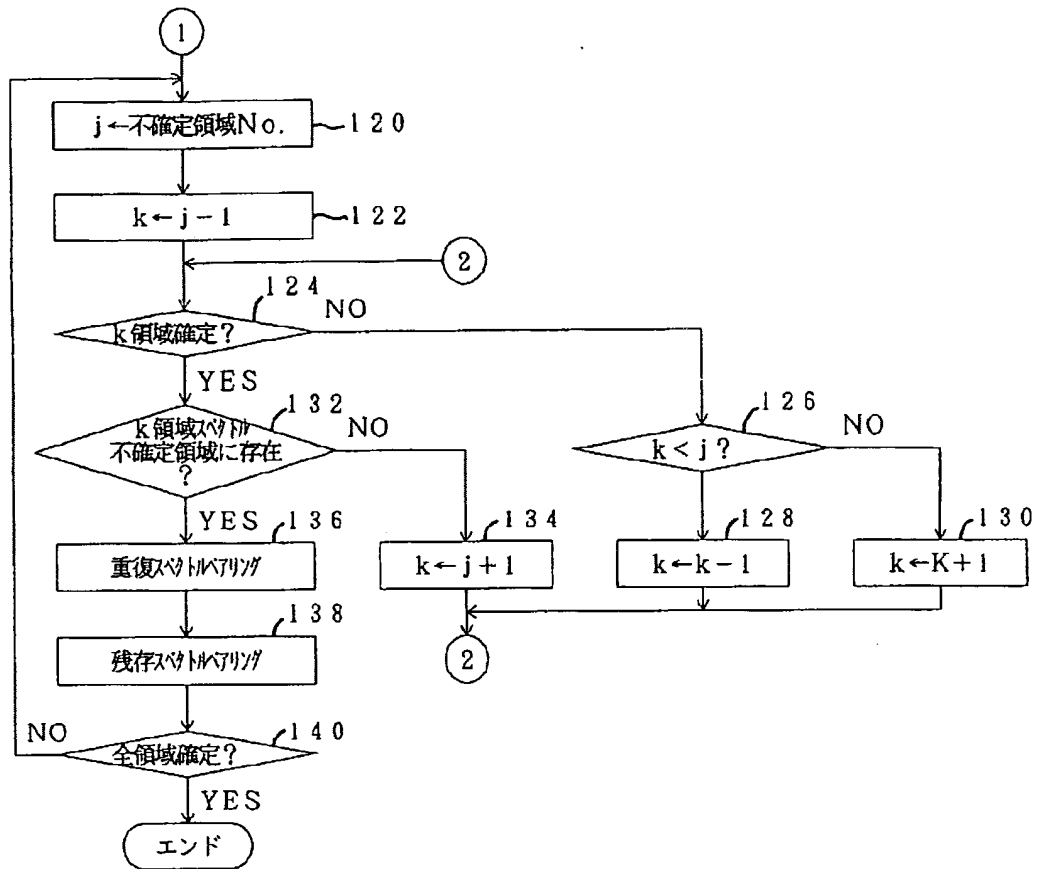
[Drawing 12]



[Drawing 13]



[Drawing 14]



[Translation done.]